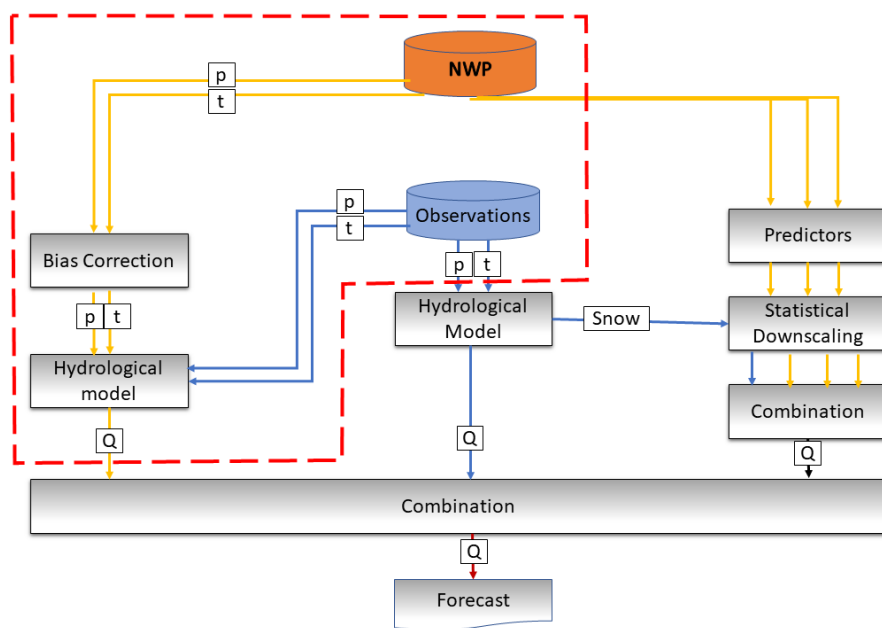


SÄSONGSPROGNOSER – FÖRBÄTTRAD UPPLÖSNING

RAPPORT 2020:716



Säsongsprognoser – förbättrad upplösning

Förbättrad geografisk upplösning samt automatisering
av drift och utvärdering

JOHAN SÖDLING OCH ANNA JOHNELL

ISBN 978-91-7673-716-3 | © Energiforsk december 2020

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Energiforsks program Hydrologiskt utvecklingsarbete har tidigare stöttat utvecklingen av den så kallade multimetodmodellen. Denna är nu i operationell drift men har inte ersatt traditionella vårflodsprognoser. Traditionellt har vårflodsprognoser baserats på historiska nederbörds- och temperaturdata. Den nyutvecklade multimetodmodellen har visat sig ha potential att förbättra vårflodsprognoser genom att använda flera metoder. Längre meteorologiska prognoser, så kallade säsongsprognoser, är en av dessa.

I projektet *Säsongsprognoser – förbättrad upplösning* har en förfinade geografisk upplösning i det europeiska centrets säsongsprognoser implementeras och utvärderats. En förfinad upplösning antogs möjliggöra att topografin beskrivs bättre vilket i sin tur förväntades ge bättre modellberäkningar av topografiskt beroende variationer i nederbörd och temperatur. Utveckling av mer precisa metoder för att prognosticera vårflodens vattenvolym är av ständigt intresse för vattenkraften. Genom detta projekt tas ytterligare ett steg för att möjliggöra multimetodmodellens operationella nyttjande.

Projektet har genomförts av Johan Södling och Anna Johnell, vid SMHI. Projektet har ingått i HUVA - Energiforsks arbetsgrupp för Hydrologiskt Utvecklingsarbete vars huvudinriktning är att förbättra precisionen i vattenkraftindustrins tillringsmodeller. Författarna vill speciellt tacka Thomas Bosshard för hans hjälp med korrigering av bias, Fredrik Almen och Dorothée Vallot för deras stöd med systemteknisk expertis.

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet.

Sammanfattning

I denna rapport beskrivs arbetet med att operationalisera en finare upplösning för den del av multimetodmodellen som baseras på säsongsprogno­ser från det Europeiska centret för medellånga väderprognoser (ECMWF).

Multimetodmodellen viktat samman information från säsongsprogno­ser och historiska temperatur- och nederbördsdata och minskar således risken för stora fel i en vårflodsprognos. Under 2017 arbetade SMHI med att operationalisera denna multimetodmodell för att kunna generera säsong- och vårflodsprognoser. Multimetodmodellen består av tre beräkningar; historisk ensemble, meteorologiska säsongsprogno­ser från ECMWF samt statistisk nedskalning av ackumulerat vårflöde. Alla dessa metoder viktas sedan samman.

Den äldre modellen har en geografisk upplösning på 80 x 80 km². Under 2017 uppdaterade ECMWF sitt prognos­system med en finare upplösning på 36 x 36 km². En finare upplösning förväntas ge en bättre beskrivning av topografin i främst fjällområdena.

Arbetet började med att interpolera prognosfältet från ECMWF till PTHBV rutnätet som är på 4 x 4 km² upplösning. Därefter bias korrigeras nederbörd och temperatur. Efter detta arbete kan den hydrologiska modellen HBV köras med finare upplösning och säsong- och vårflodsprognoser kan genereras.

För samtliga älvar förutom februari och mars för Luleälven går den nya modellen bättre. Således är den nya modellen att föredra för att prognosticera ackumulerad tillrinning.

Den nya modellen har en finare upplösning och förväntades ge en bättre beskrivning av topografin i främst fjällområdena. Prognosutfallet visar inget tydligt tecken på att fjällområden får bättre prognoser med den nya modellen utan varierar från prognosområde till prognosområde. Detta kan bero på att prognosens rutnät från ECMWF på 36 x 36 km² interpoleras till ett rutnät på 4 x 4 km² och att multimetodmodellen inte får med denna finare rutnäts upplösning. Det verkar behövas en ännu finare upplösning på rutnätet från ECMWF.

Ljungan visar i årets prognoser sämst utfall. Den nya modellen med finare upplösning uppvisar dock ett lägre medelprognosfel än vad den äldre modellen gör. För Ljungan uppvisar områdena bättre prognosutfall för den nyare modellen.

Den nya modellen simulerar en lägre ackumulerad tillrinning för den nya modellen för Indalsälven och stämmer bättre överens med observationerna. Häckren är ett delområde som simuleras betydligt bättre med den nya modellen. För Indalsälven simuleras olika prognosområden bättre och andra sämre än vad den äldre modellen gör.

Även för Ångermanälven prognosticeras en lägre ackumulerad tillrinning jämfört med den äldre modellen. Jämfört med observationerna går Åseälven bättre med den nya modellen, medan Fjällsjöälven och Faxälven har varierande utfall för de

olika delområdena. Geografiskt finns det inget speciellt samband med hur prognoserna går.

För Umeälven finns ingen tydlig trend för hur prognoserna underskattas eller överskattas. Ibland ligger den nya modellen högre, ibland lägre och i vissa fall lika med den äldre modellen med avseende på ackumulerad tillrinning. Den nya modellen ligger bättre till med sina prognoser. Geografiskt så simuleras ackumulerad tillrinning bättre för nedströms områdena samt vissa områden i fjällen för den nya modellen.

Den nya modellen har ofta en lägre ackumulerad tillrinning för Skellefteälven än vad den äldre modellen uppvisar förutom för delområdena Sädvajaure och Riebnesjaure. Även här är den nya modellen bättre på sina prognoser. Nedströms områden simuleras bättre med den nya modellen med finare upplösning.

Luleälvens prognosområden simulerar ackumulerad tillrinning i vissa fall högre och i vissa fall lägre än vad den äldre modellen gör. Geografiskt så är den nya modellen bättre på att simulera ackumulerad tillrinning för nedströms delområden än vad den äldre modellen är. Delområdet Tjaktjajaure simuleras betydligt bättre med den äldre modellen.

Summary

This report describes the work of operationalizing a finer resolution for the part of the multi-model which is based on seasonal forecasts from the European Center for medium range weather forecasts (ECMWF).

The multimethod model weights information from seasonal forecasts and historical temperature and precipitation data, thus reducing the risk of major errors in a spring flood forecast. In 2017, SMHI worked on operationalizing this multimethod model to generate seasonal and spring flood forecasts. The multimethod model consists of three calculations; historical ensemble, meteorological seasonal forecasts from ECMWF and statistical downscaling of accumulated spring flow. All these methods are then weighted together.

The older model has a geographical resolution of 80 x 80 km². In 2017, ECMWF updated its forecasting system with a finer resolution of 36 x 36 km². A finer resolution is expected to give a better description of the topography, especially in the mountain areas.

The work has started by interpolating the forecast field from ECMWF to PTHBV grid which is at 4 x 4 km² resolution. Subsequently, bias is corrected for precipitation and temperature. Following this work, the hydrological model HBV can be run with finer resolution and seasonal and spring flood forecasts can be generated.

For all rivers except February and March for the Lule River, the new model works better. Thus, the new model is preferable for forecasting accumulated inflow.

The new model has a finer resolution and was expected to give a better description of the topography in mainly the mountain areas. The forecast outcome shows no clear sign that mountain areas get better forecasts with the new model, but varies from forecast area to forecast area. This may be due to the fact that the forecast grid from the ECMWF of 36 x 36 km² is interpolated to a grid of 4 x 4 km² and that the multimethod model does not have the resolution of this finer grid. It seems that an even finer resolution of the grid from ECMWF is needed.

In this year's forecasts, Ljungan shows the worst outcome. The new model with finer resolution, however, shows a lower average forecast error than the older model does. For Ljungan, the areas show better forecast outcomes for the newer model.

The new model simulates a lower accumulated inflow for the new model for Indalsälven and is more in line with the observations. Håckren is a subbasin that is simulated much better with the new model. For Indalsälven, different forecast areas are simulated better and others worse than the older model does.

A lower accumulated inflow is also forecast for the Ångermanälven river compared with the older model. Compared with the observations, Åseleälven is better with the new model, while Fjällsjöälven and Faxälven have varying

outcomes for the different subbasins. Geographically, there is no special connection with how the forecasts performs.

For the Umeälv, there is no clear trend for how forecasts are underestimated or overestimated. Sometimes the new model is higher, sometimes lower and in some cases equal to the older model in terms of accumulated runoff. The new model's forecasts are better. Geographically, accumulated runoff is better simulated for the downstream areas and certain areas in the mountains for the new model.

The new model often has a lower accumulated inflow for the Skellefteälven than the older model shows, except for the sub-areas Sädvajaure and Riebnesjaure. Here, too, the new model is better on its forecasts. Downstream areas are better simulated with the new model with finer resolution.

The Luleälv forecast subbasins simulate accumulated inflow in some cases higher and in some cases lower than the older model does. Geographically, the new model is better at simulating accumulated inflow for downstream sub-areas than the older model is. The sub-area Tjaktjajaure is simulated much better with the older model.

Innehåll

1	Introduktion	9
2	Metoder	10
2.1	PTHBV	10
2.2	DBS metoden	10
2.3	Multimetodmodellen	10
3	Utveckling av geografisk upplösning	13
4	Områdesbeskrivning	14
5	Resultat	16
5.1	DBS-faktorer	16
5.2	Utvärdering av Säsongsprognoser	21
5.2.1	Ljungan	24
5.2.2	Indalsälven	28
5.2.3	Ångermanälven	36
5.2.4	Umeälven	44
5.2.5	Skellefteälven	49
5.2.6	Luleälven	53
6	Diskussion och slutsatser	59
7	Referenser	61
8	Bilaga A, Grafer från nederbördsprognoser	63

1 Introduktion

Inom vattenkraftsindustrin används hydrologiska modeller för bland annat produktionsplanering. Att prognosticera tillrinningen till reglermagasin är ett viktigt underlag för driftplanering. I norra Sverige där de analyserade älvarna ligger ackumuleras snö under vintern. Under perioden maj till juli smälter snön och höga flöden i vattendragen är vanliga. Eftersom störst volym passerar i älvarna under en vårflod är det viktigt med långsiktiga hydrologiska prognoser på vårflod. Detta gäller speciellt i fjällnära områden där snömagasinet är stort. Säsongs- och vårflodsprognoser utfärdas under perioden januari till maj. Det är av yttersta vikt att volymprognoserna är trovärdiga

IHMS/HBV (Lindström m.fl. 1997) som har utvecklats vid Sveriges Hydrologiska och Meteorologiska Institut (SMHI) har traditionellt använts för att simulera vårflodsprognoser där modellen utgår från det hydrologiska läget och snömagasinet är mycket betydelsefullt.

Multimetodmodellen tar även in väderutvecklingen för längre meteorologiska prognoser från det Europeiska vädercentret (ECMWF). I november 2017 operationaliserades en ny version av ECMWFs säsongsprognoser. Den innehöll många förbättringar jämfört med centrets tidigare system. Bland annat så uppdaterades havsmodellen samt atmosfärisk upplösning. Att förbättra anpassningen för säsongsprognoser över Europa är en utmaning. Centrets nya prognosystem har dock tenderat att visa en ganska bra anpassning inklusive säsongsvariationer (Johnson m.fl., 2019).

Dessa nederbörds- och temperaturprognoser ger en ensemble av tidsserier som behandlas på samma sätt som den historiska ensemblen i den traditionella IHMS/HBV prognosen.

2 Metoder

2.1 PTHBV

PTHBV är en klimatdatabas främst för hydrologiska simuleringar (Johansson, 2002). Dagliga nederbörds- och temperaturvärden lagras i databasen, med start 1961. PTHBV indata kan användas till den hydrologiska modellen HBV (Lindström m.fl., 1997) och även HYPE-modellen (Lindström m.fl., 2010) använder dess indata för olika typer av simuleringar. Optimal interpolation används genom att stationsdata interpoleras till ett rutnät med $4 \times 4 \text{ km}^2$ upplösning. Altitud, vindfrekvenser och vindriktning utnyttjas vid optimal interpolation för att få värden på nederbörd och temperatur. PTHBV använder klimatologi som bakgrundsfält så om det är dåligt med dataunderlag någonstans i Sverige så tenderar data att likna klimatologi.

2.2 DBS METODEN

”Distribution Based Scaling” (DBS) har utvecklats så att metoden använder meteorologiska observationer till att justera och ta bort de systematiska felen hos säsongsprognoserna. Korrigeringsfaktorerna läggs till vid beräkningen av framtida klimat och då blir klimatberäkningens utdata statistiskt jämförbar med observationerna och kan användas som indata till en hydrologisk modell. Både förändringar i klimatets variabilitet som förändringar i medelvärden behålls (Yang m.fl. 2010). Observerad nederbörd och temperatur hämtas från PTHBV-databasen.

2.3 MULTIMETODMODELLEN

SMHI har under 2017 operationaliserat de hydrologiska säsongsprognoserna med multimetodmodellen (Foster m. fl., 2015; Olsson et al., 2011). I denna rapport utvärderades även prognosresultatet för sex svenska älvar. En förbättring av den statistiska metodens prestanda med val av geografisk domän genomfördes också under 2017.

Tre olika modellkedjor används för att producera en säsongsprognos med vårflodsvolymer. Säsongsprognoserna avser prognosticerad ackumulerad volym från prognosdatum (den först januari, förste februari osv) till sista juli. Vårflodsprognoser definieras som den prognostiserade ackumulerade volymen för vårflodens start¹ till sista juli.

Historisk ensemble

Den första kedjan består av modellkörningar med HBV modellen med en ensemble med indata från historiska år. Beräkningarna görs med HBV-modellen, som är standardverktyg för hydrologiska prognoser på SMHI. En långtidsprognos baseras på den hydrologiska situationen vid prognostillfället, d.v.s. aktuella flöden och vatteninnehåll i de naturliga magasinen i mark och sjöar, och modellen

¹ Vårflodens start definieras som det datum då tillrinningen ihållande (> 30 dagar) har varit större än (> 90 percentilen av) tillrinningen under årets första 80 dagar.

använder ett antal sekvenser med historiskt väder (nederbörd och temperatur) för att beräkna vilka vattenföringar som skulle bli om vädret den kommande perioden blir som vart och ett av de historiska år som ingår i analysen.

Meteorologiska säsongsprognoiser

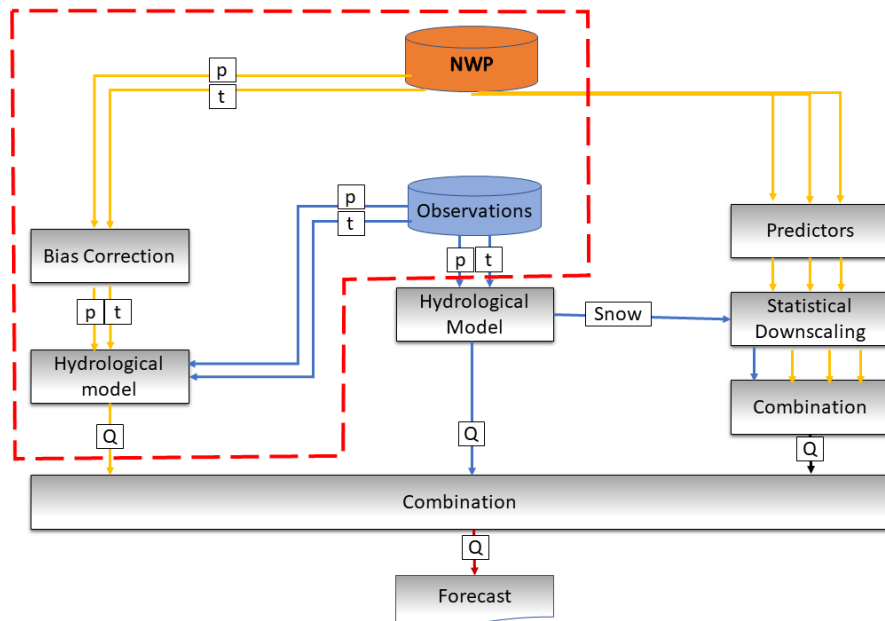
I den andra kedjan bias-korrigeras klimatologiska säsongsprognoiser från ECMWF med avseende på nederbörd och temperatur. Säsongsprognoiser används sedan som indata till HBV modellen. Nederbörd och temperatur hämtas dagligen från ECMWF och är bias-korrigerade mot PTHBV datasetet genom att använda DBS metoden (Yang m. fl. 2010). Dessa bias-korrigerade data konverteras därefter till HBV-prognoiser genom att vikta gridpunkterna beroende på hur mycket av deras area som ligger inom varje delområde och sedan körs HBV modellen (Foster m.fl., 2015).

Statistisk nedskalning av ackumulerat vårflöde

Statistiska samband har tagit fram för atmosfäriska prediktorer, snö och ackumulerat vårflöde (Olsson, m.fl. 2011). Tryckfältvariabler, temperatur- och strålningsvariabler och fuktvariabler är de atmosfäriska prediktorerna (Foster m. fl., 2015). HBV-modellens initialtillstånd för snö används samt medelvärden av de atmosfäriska prediktorerna hämtade från ECMWFs säsongsprogno. Därefter tas ett statistiskt samband fram mellan varje prediktor och ackumulerat vårflöde per prognosmånad och älv. De tre prediktorer som ger bäst resultat viktas samman till en prognos.

En multimetodmodell sätts sedan ihop av de tre modellkedjorna. De individuella bidragen viktas samman (med lika stor vikt) till en säsong- och en vårflodsprognos (Olsson et al., 2011).

I detta projekt har den andra metoden (Figur 1) utvecklats för att förfina upplösningen på indata till modellen.



Figur 1 Schematisk skiss över multimetodmodellen. Röd markering avser metoden med biaskorrigerade säsongsprognoiser (modifierad från Foster m.fl., 2015).

3 Utveckling av geografisk upplösning

I nuvarande system har den befintliga multimetodmodellen en geografisk upplösning på 80 x 80 km². I och med att ECMWF under hösten 2017 uppdaterade sitt prognosystem möjliggörs nu en finare upplösning på nivå 36 x 36 km². En implementering av en finare geografisk upplösning i multimetodmodellen förväntas ge en förbättrad beskrivning av topografin främst i fjällområdena och därmed bidra till förbättrade modellberäkningar av topografiskt beroende nederbörds- och temperaturvariationer.

För att få en högre geografisk upplösning biaskorrigerades ECMWF-prognosen med DBS metoden mot PTHBV som referensdata (Johansson, 2002). PTHBV är en databas med temperaturdata och nederbördsdata på dygnsnivå från 1961 och framåt. Rumsupplösningen är 4 x 4 km², alltså betydligt högre än ECMWF-prognosen.

Mer konkret så gjordes följande steg för att få fram en biaskorrigerad ECMWF-prognos med DBS metoden på PTHBV-rutnätet:

1. Alla prognosfält från ECMWF som man vill använda (som är på detta 36*36 km²-rutnät) interpolerades till PTHBV-rutnätt, med bilinjär interpolation (William et al., 1992).
2. DBS-parametrar för temperatur (normalfördelningar) och nederbörd (parametrar för gammafördelning) beräknades både på PTHBV-data och historiska centerprognoser behålls (Yang m.fl. 2010), från 1981 till 2010.
3. ECMWF-prognosfälten, som efter punkt 1 ovan nu är på PTHBV-rutnätet, DBS-skalerades med parametrarna som beräknades i punkt 2 ovan. I princip så bygger punkt 2 upp ett samband mellan ECMWF-prognosen och PTHBV (som anses vara ett "facit"), och skaleringen får därmed prognosen att mer bete sig som PTHBV. I synnerhet ser skaleringen till att statistiska mått såsom årsmedelvärden för DBS-skalerade prognoser stämmer väl överens med PTHBV.
4. När man nu har sin biaskorrigerade ECMWF-prognos med DBS metoden för både temperatur och nederbörd, så kan man skapa drivdata till HBV från det, och sedan köra fram HBV-resultat.

4 Områdesbeskrivning

I Övre Norrland finns de största svenska vattenkraftverken. Multimetodmodellen körs operationellt för sex älvar, Ljungan, Indalsälven, Ångermanälven, Umeälven, Skellefteälven och Luleälven (Figur 2). Sammantaget är HBV-modellparametrarna väl kalibrerade.



Figur 2 Älvar som ingår i SMHIs operationella Multimetodmodell.

Ljungan är kraftigt utbyggd av vattenkraft och är Sveriges åttonde största vad gäller vattenkraftsproduktion. Avrinningsområdet är 12550 km² och Ljungan är 400 km lång. Vid Viforsen som är det lägst belägna kraftverket är årsmedelvattenföringen 130 m³/s (Energimyndigheten Ljungan, 2018).

Indalsälven är Sveriges tredje största vad gäller vattenkraftsproduktion. Huvudfåran är 430 km lång och avrinningsområdet är 26800 km². Bergforsen som är kraftverket mest nedströms har en årsmedelvattenföring på 440 m³/s (Energimyndigheten Indalsälven, 2018).

Ångermanälven står för 17 % av Sveriges vattenkraftproduktion. Älven har två stora reglerade biflöden; Fjällsjöälven och Faxälven. Avrinningsområdet omfattar 31900 km² och årsmedelvattenföringen i Sollefteå kraftverk är 500 m³/s (Energimyndigheten Ångermanälven, 2018).

Umeälven står för knappt 12 % av Sveriges totala vattenkraftsproduktion. Vid Pengfors uppströms Vindelälven är årsmedelvattenföringen 240 m³/s och avrinningsområdets storlek är på 26 800 km² (Energimyndigheten Umeälven, 2018).

Skellefteälvens normalårsproduktion motsvarar ca 6 % av Sveriges vattenkraftproduktion. Avrinningsområdet omfattar ca 11300 km² och är ca 410 km lång. Nedströms Kvistforsens kraftverk vid utloppet i Bottenviken är årsmedelvattenföringen ca 160 m³/s (Energimyndigheten Skellefteälven, 2018).

Luleälven är den älv som ligger längst norrut i analyserna och har störst vattenkraftsproduktion. Avrinningsområde omfattar 25000 km² och älven är 460 km lång. Vid älvens mynning är årsmedelvattenföringen 500 m³/s (Energimyndigheten Luleälven, 2018).

5 Resultat

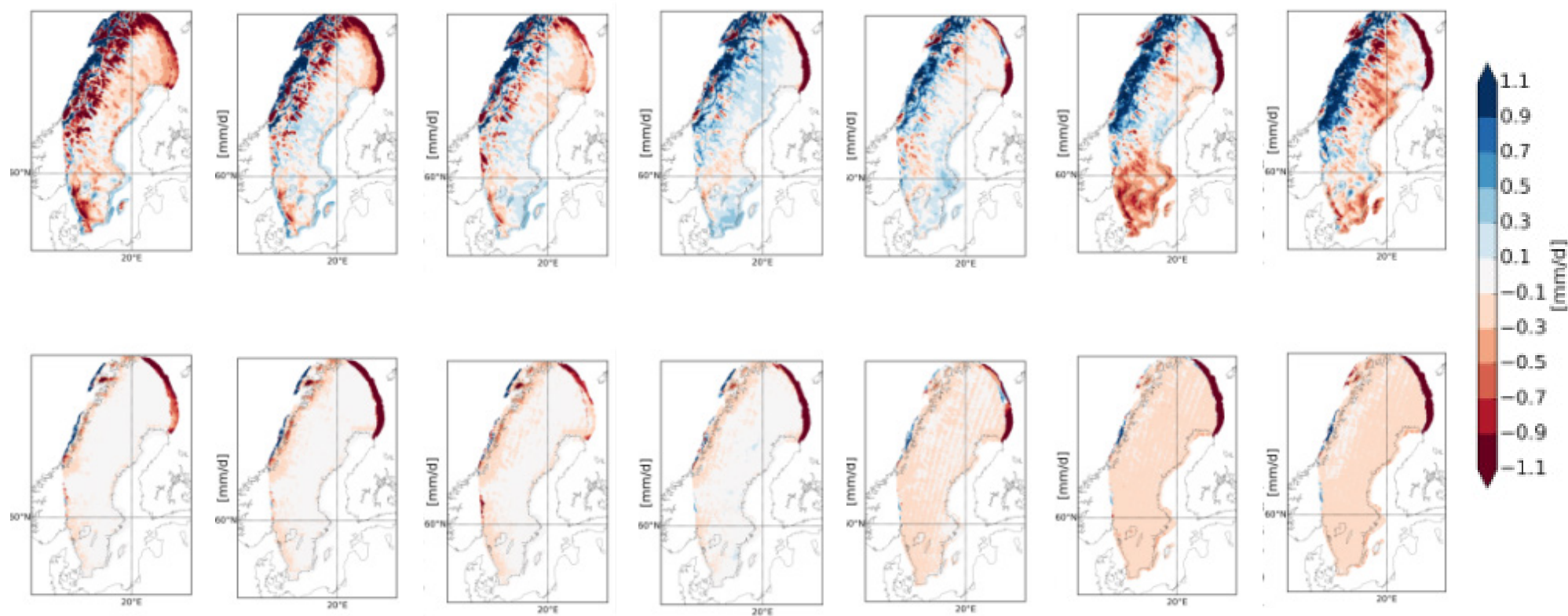
I följande avsnitt redovisas resultatet för DBS arbetet samt prognosutfallet per älv. Resultatet gäller för prognoser gjorda i början av mars. Eftersom inga uppmätta observationer finns redovisas beräkningsresultat från den nya modellen med finare upplösning och den äldre modellen med grövre upplösning. Det är svårt att säga någonting om utfallet eftersom enbart en månads simuleringar analyserats. Framtida analyser behövs för att utvärdera de två modellerna med uppmätta värden.

Resultaten som presenterats i denna rapport redogör för 2020 års prognoser och kan inte ses som generell för framtida prognoser.

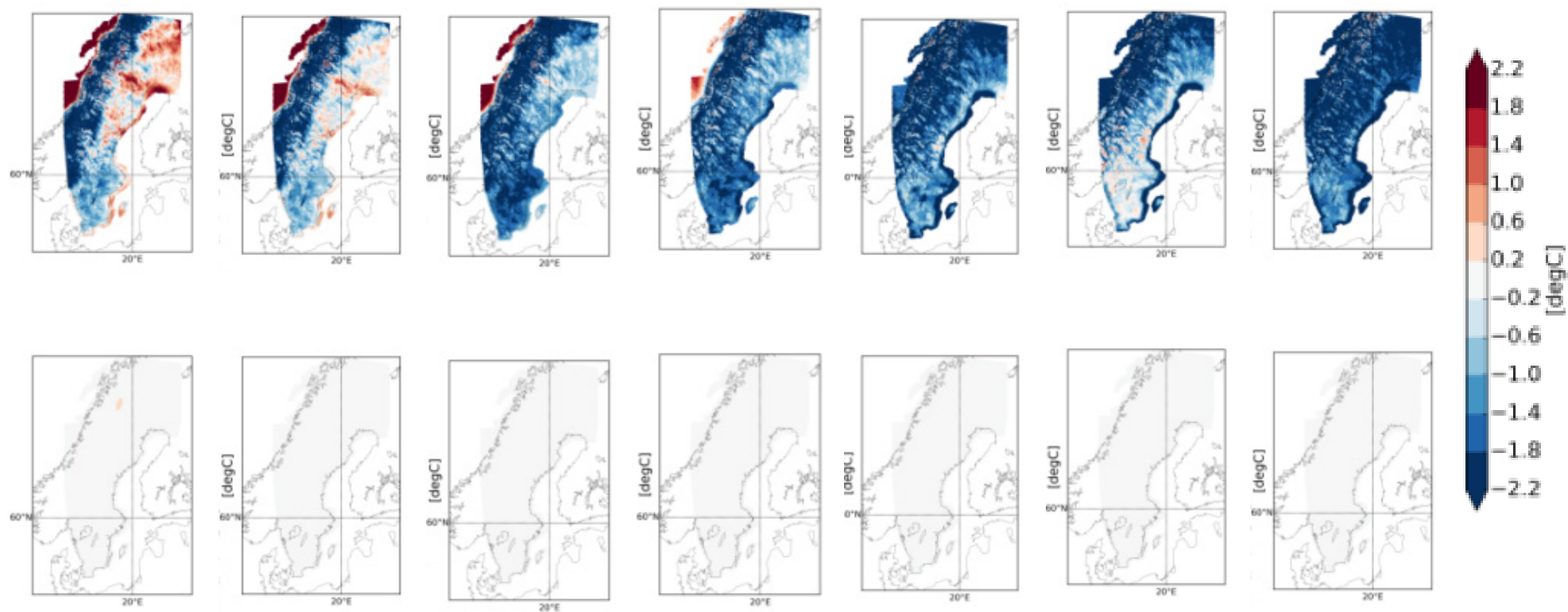
5.1 DBS-FAKTORER

För nederbörd har den okorrigerade säsongsprognosen stora bias i fjällkedjan, men relativt små bias i övriga delar av Sverige. DBS kan reducera bias över hela domänen förutom för de västra och nordöstra delarna (se Figur 3 och Figur 5). Det har inte analyserats vidare varför så är fallet. Eftersom de återkommer både hos den okorrigerade som den korrigerade prognosen är den troligtvis länkad till referensdata (PTHBV). Nederbördsdata är också underskattad senare under året (se Figur 5)

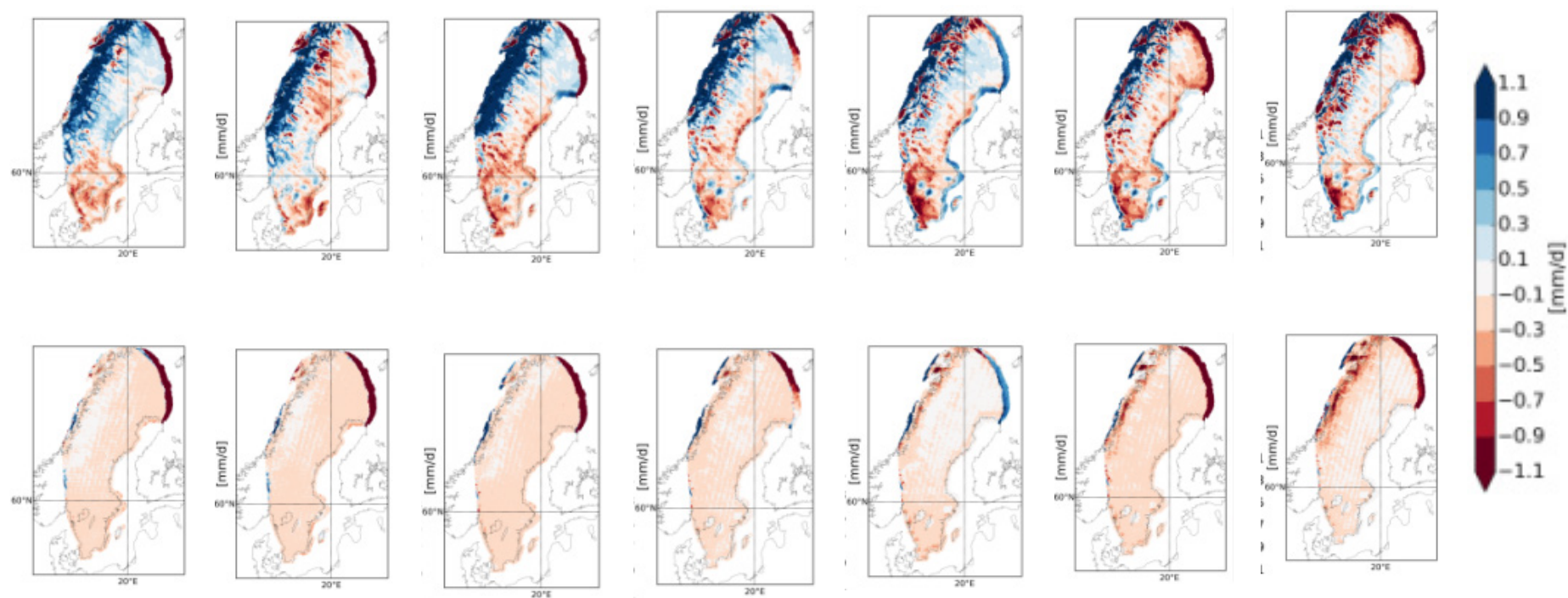
DBS tar effektivt bort bias för temperatur för alla månader (se Figur 4 och Figur 6).



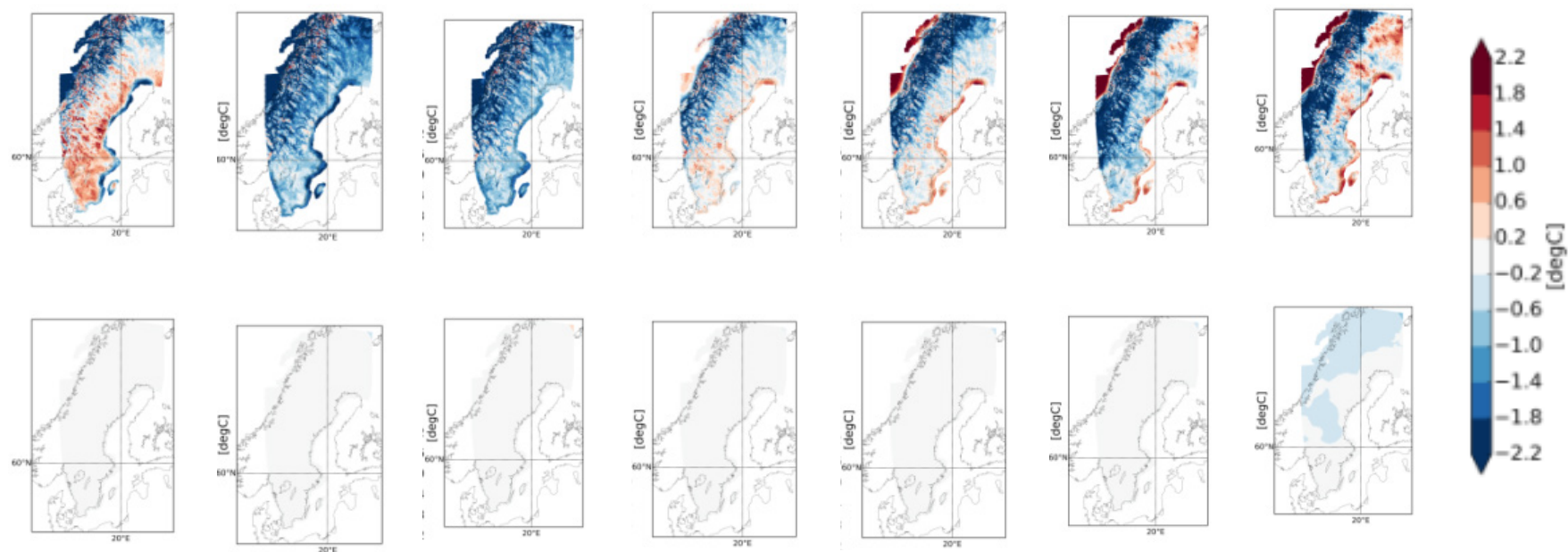
Figur 3 Nederbörd: Ensemble medel bias för säsongsprognos initierad i januari för perioden 1981-2016. Okorrigerad data visas i övre raden och korrigerad data i den undre raden och för olika månader (kolumner).



Figur 4 Temperatur: Ensemble medel bias för säsongsprogns initierad i januari för perioden 1981-2016. Okorrigerad data visas i övre raden och korrigerad data i den undre raden och för olika månader (kolumner).

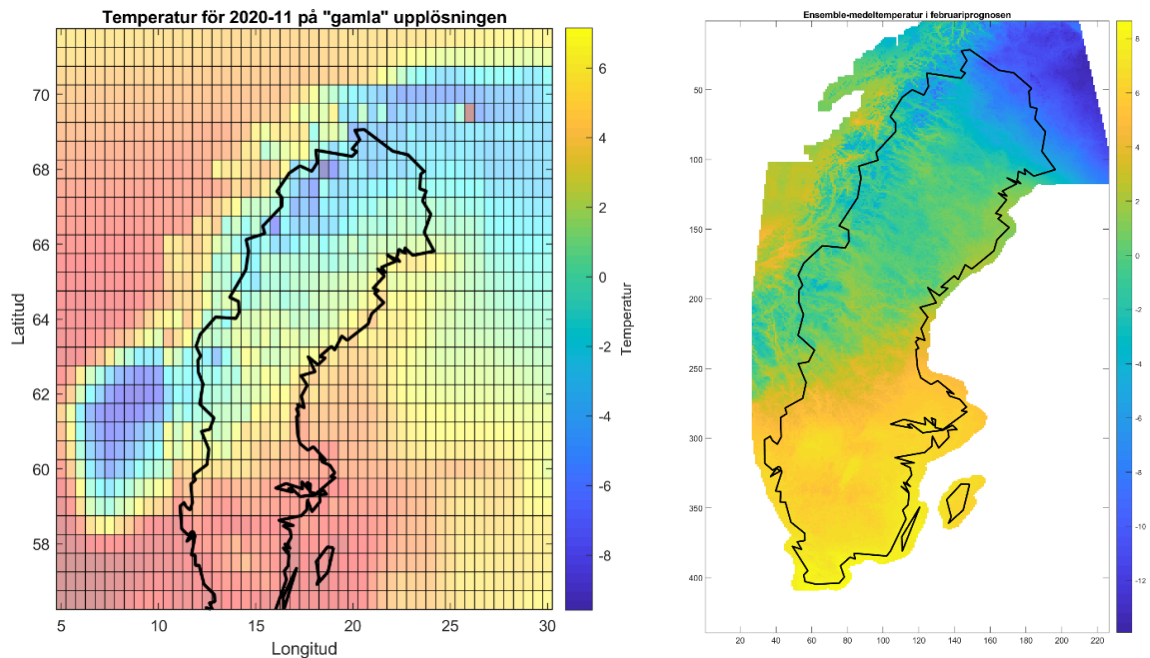


Figur 5 Nederbörd: Ensemble medel bias för säsongsprognois initierad i juni för perioden 1981-2016. Okorrigerad data visas i övre raden och korrigerad data i den undre raden och för olika startmånader (kolumner).



Figur 6 Temperatur: Ensemble medel bias för säsongsprogos initierad i juni för perioden 1981-2016. Okorrigerad data visas i övre raden och korrigerad data i den undre raden och för olika startmånader (kolumner).

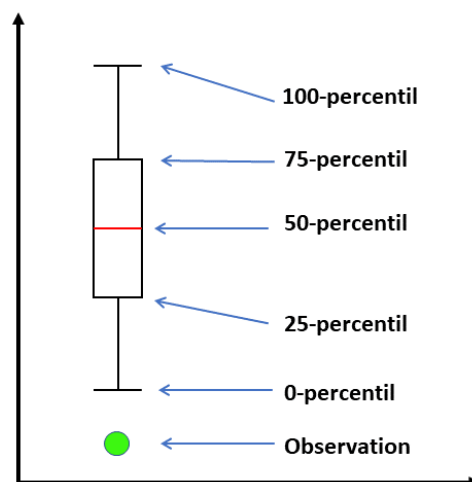
I Figur 7 visas kartor över Sverige med den äldre modellen som har en upplösning på 80 x 80 km² samt den nya finare upplösningen på 4 x 4 km².



Figur 7 Ensemble medelnederbörd med en upplösning på 80 x 80 km² (vänster) och med en upplösning på 4 x 4 km² (höger).

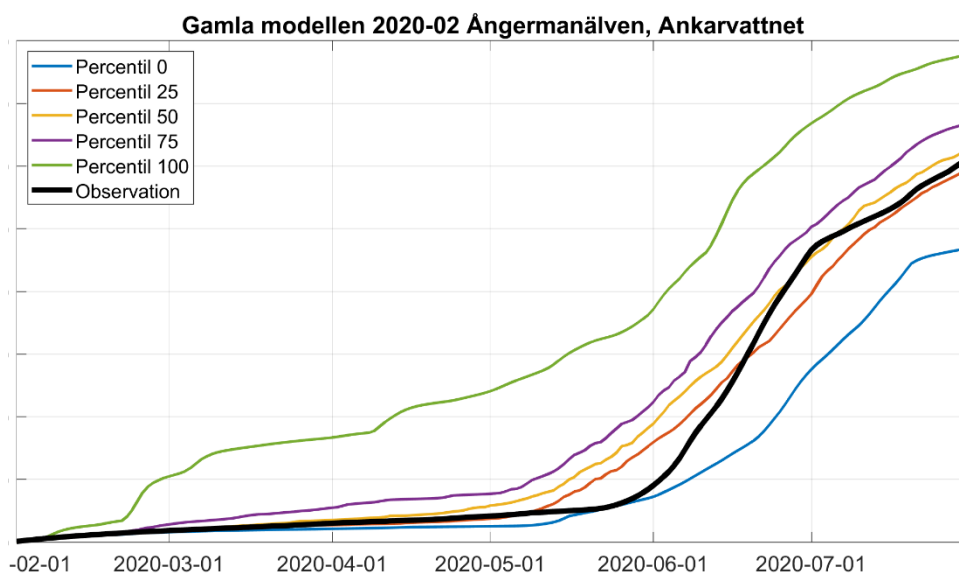
5.2 UTVÄRDERING AV SÄSONGSPROGNOSE

Figurerna nedan för respektive älv visar bland annat låddiagram (Figur 8) där de ackumulerade volymerna för säsongsprognoerna är normerade mot den äldre modellens medianvolym för respektive delområde. Således blir medianen för den äldre modellen alltid lika med ett.



Figur 8 Beskrivning av boxplottar, percentiler och observation.

Säsongsprognoserna består av 51 olika prognoser som utfärdats varje månad och utifrån dessa kan olika percentiler beräknas. I denna utvärdering har det också beräknats vilken percentil observationerna oftast följer och hur länge observationerna ligger inom spannet av percentiler. För ett värde på t.ex. 75, så ligger observationen kring 75 percentilen. I Figur 9 följer observationerna den 35:e percentilen och ligger 97 procent av tiden inom max- och minpercentilerna. I figurerna har y-axeln tagits bort för att inte visa absoluta värden på ackumulerad tillrinning.



Figur 9 Ankarvattnets prognos genererad i februari för den äldre modellen. Färgade linjer visar olika percentiler och svart linje visar observationerna.

I utvärderingen visas också geografiska kartor där olika områden är färgade. En grön färg indikerar att den nya modellen går bäst, röd färg visar att den äldre modellen går bäst och en gulmarkering indikerar på att de två modellerna går ungefär lika. Med ungefär lika menas med att medelvärdet av modellfelet är mindre än 0,01. Kartorna återfinns även i större format i Bilaga 1.

Graferna representerar februari till april månad 2020. Januari och maj månads data raderades tyvärr på filtjänsten och har inte utvärderats. Den uppdaterade modellen med finare upplösning simulerar något bättre för de flesta älvar.

I Tabell 1 sammanfattas resultatet för de olika älvarna och de olika månaderna. Modellen med finare upplösning och den äldre modellen följer i snitt ungefär samma percentil (följd percentil i tabellen), men den äldre modellen hamnar inom percentilerna (inom percentil i tabellen) oftare och har ett större spann mellan min- och maxnivåerna.

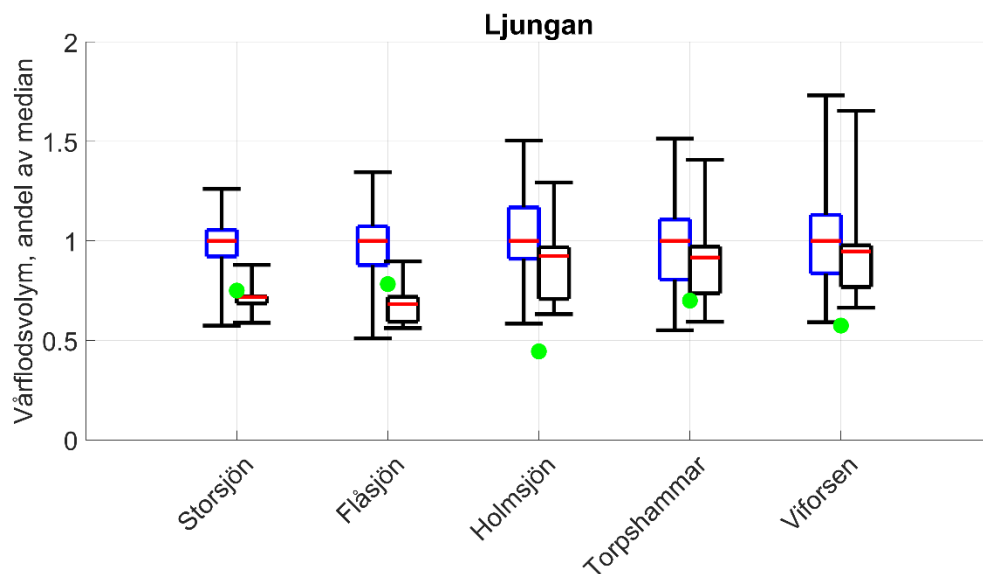
Tabell 1 sammanfattning av resultat för de olika älvarna för olika månader. Följd percentil är den percentil som observationerna mest följer och inom percentil är hur ofta som observationerna ligger inom max och min värdena.

Älv	Ny modell följd percentil	Äldre modell följd percentil	Ny modell inom percentiler	Äldre modell inom percentiler
Indalsälven	31	30	0,65	0,74
2020_02	39	37	0,61	0,82
2020_03	33	32	0,71	0,73
2020_04	21	20	0,64	0,67
Ljungan	20	23	0,57	0,63
2020_02	27	33	0,47	0,61
2020_03	18	18	0,62	0,59
2020_04	15	17	0,62	0,68
Luleälven	19	22	0,58	0,67
2020_02	25	29	0,46	0,66
2020_03	24	24	0,64	0,66
2020_04	9	12	0,65	0,68
Skellefteälven	15	20	0,65	0,71
2020_02	15	24	0,52	0,74
2020_03	22	24	0,72	0,69
2020_04	10	12	0,72	0,70
Umeälven	22	22	0,63	0,66
2020_02	25	26	0,56	0,69
2020_03	24	22	0,68	0,66
2020_04	19	16	0,63	0,62
Ångermanälven	31	32	0,59	0,67
2020_02	41	42	0,56	0,75
2020_03	34	34	0,71	0,71
2020_04	18	19	0,51	0,56
Medel	26	27	0,61	0,69

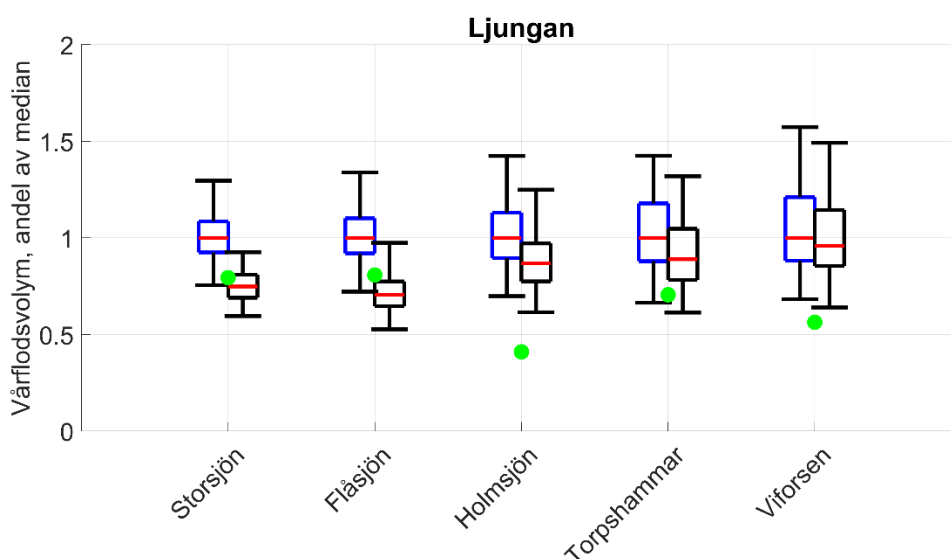
Utvärdering av säsongsprognoserna har gjorts övergripande för samtliga älvar genom att beräkna medelvärde av modellfelet, d.v.s. medelvärdet av skillnaden mellan prognostiserad ackumulerad tillrinning, P, och uppmätt volym, U, för prognosområdena i älven. Resultatet visas som medelvärdet av den normaliserade skillnaden mellan prognostiserad ackumulerad tillrinning (P) och uppmätt volym (U), för älvens samtliga prognosområden. I tabellerna visas också motsvarande beräkningar med avseende på normalvärde (N). Det ska tas i beaktande vid jämförelse av värdena i tabellerna att volymerna som värdena baseras på varierar (minskar) för varje månadsprognos i och med att tillrinningen ackumuleras över en kortare tidsperiod.

5.2.1 Ljungan

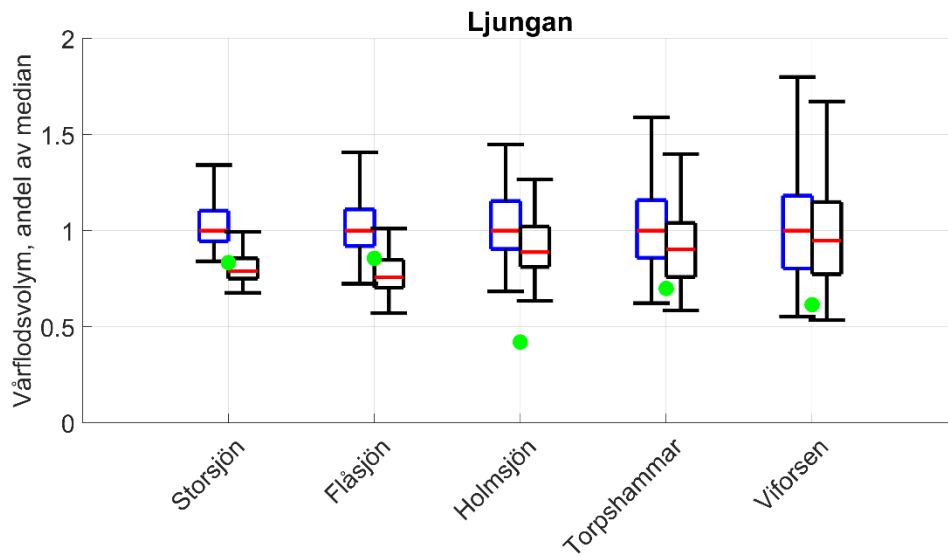
Den nya modellen har lägre värden på ackumulerad tillrinning med avseende på medianvärde än vad den äldre modellen har. Detta gäller speciellt för delområdena Storsjön och Flåsjön. Den nya modellen med finare upplösning ligger närmre observationerna för nästan samtliga delområden i Ljungan. Holmsjön är ett delområde som inte simuleras bra av någon av modellerna.



Figur 10 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för februari månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.

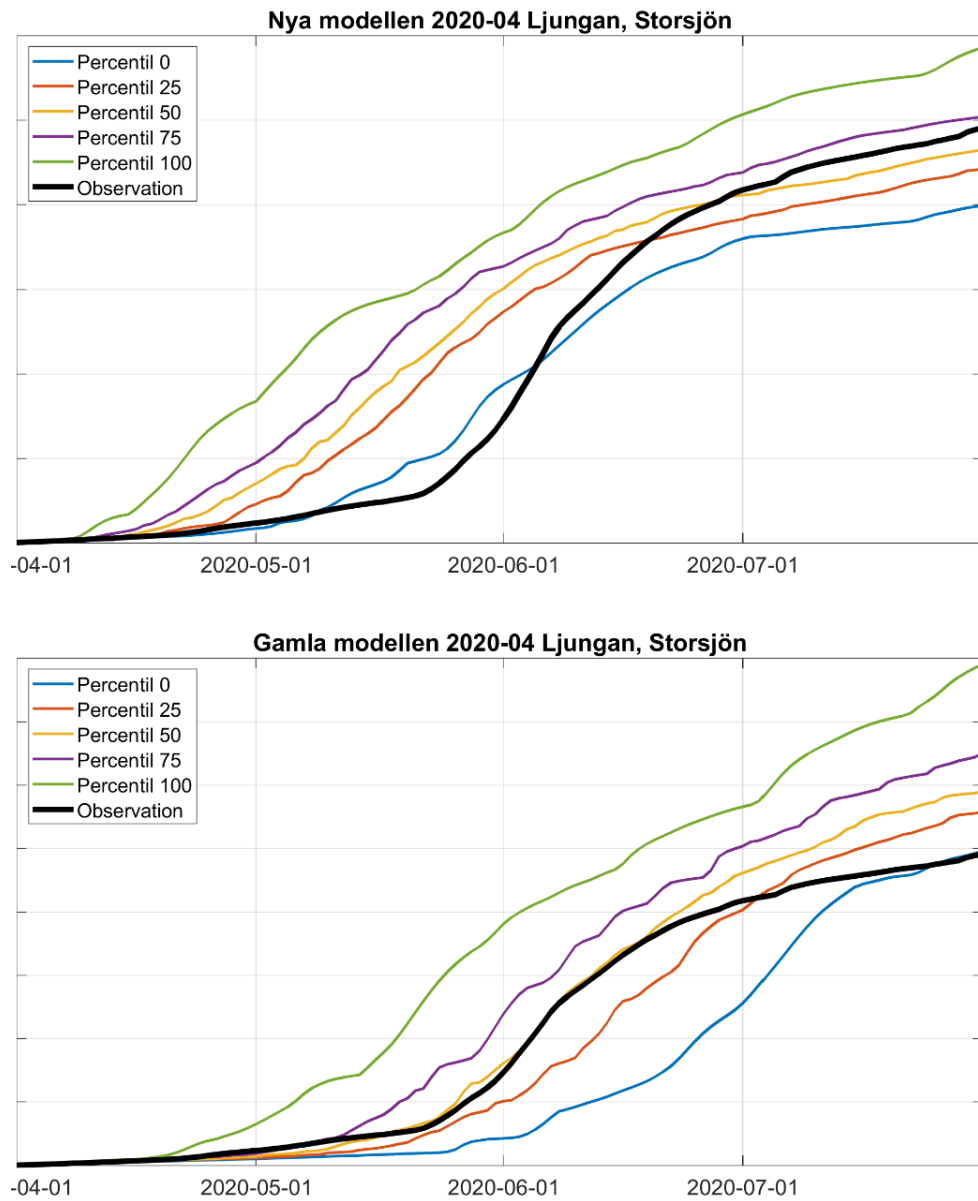


Figur 11 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för mars månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.



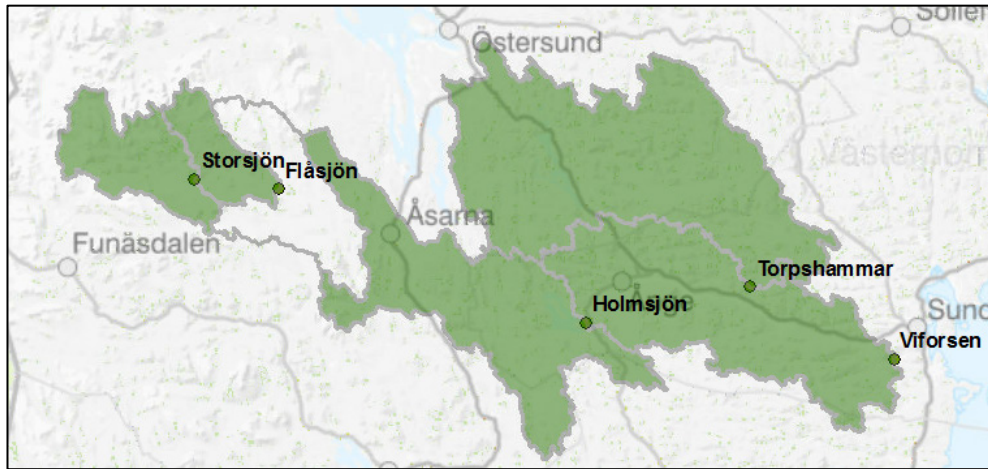
Figur 12 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för april månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.

Storsjön är ett delområde som får sämre värden för den nya modellen, vilket visas i Figur 13. Däremot blir den ackumulerade tillrinningen i juli bättre för modellen med finare upplösning.

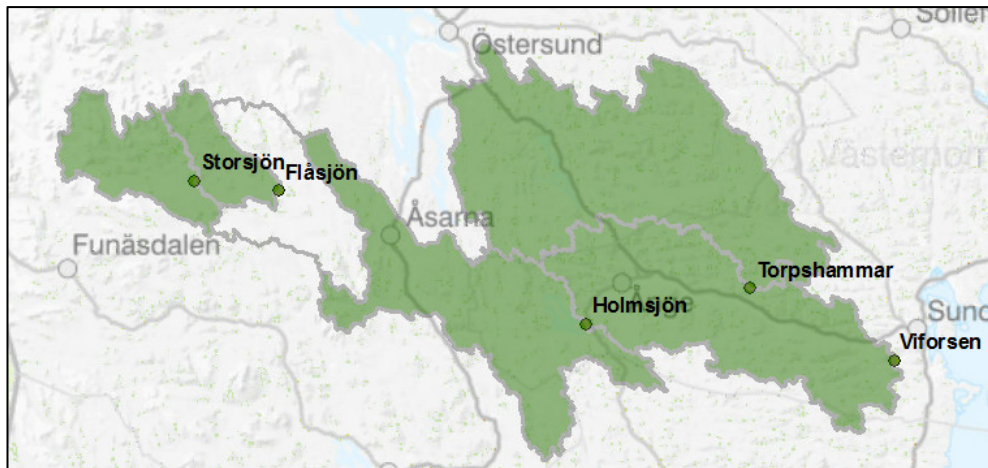


Figur 13 Storsjöns prognoser genererad i april. Övre graf visar den nya modellen och den undre den äldre modellen.

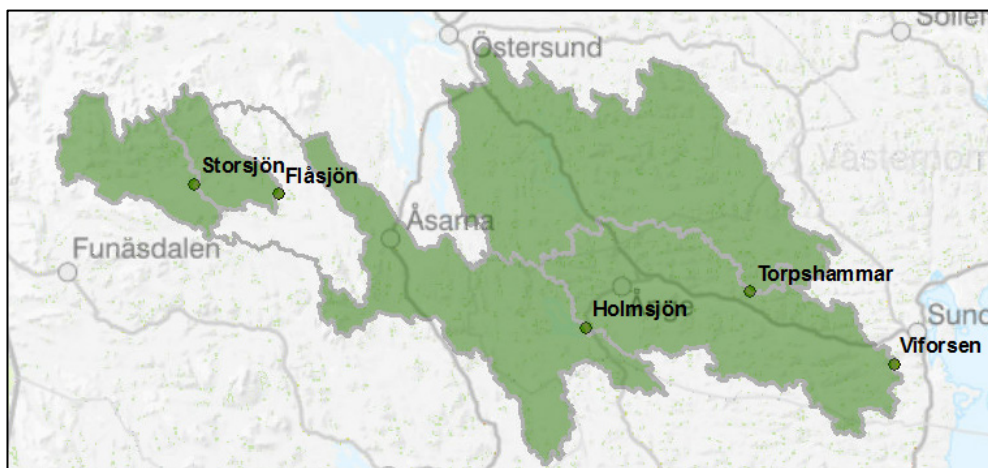
Figur 14 till Figur 16 visar de olika månadernas utfall. Delområdena simuleras bättre med den nya modellen med en finare upplösning.



Figur 14 Ljungans prognosområden för februari månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre.



Figur 15 Ljungans prognosområden för mars månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.



Figur 16 Ljungans prognosområden för april månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.

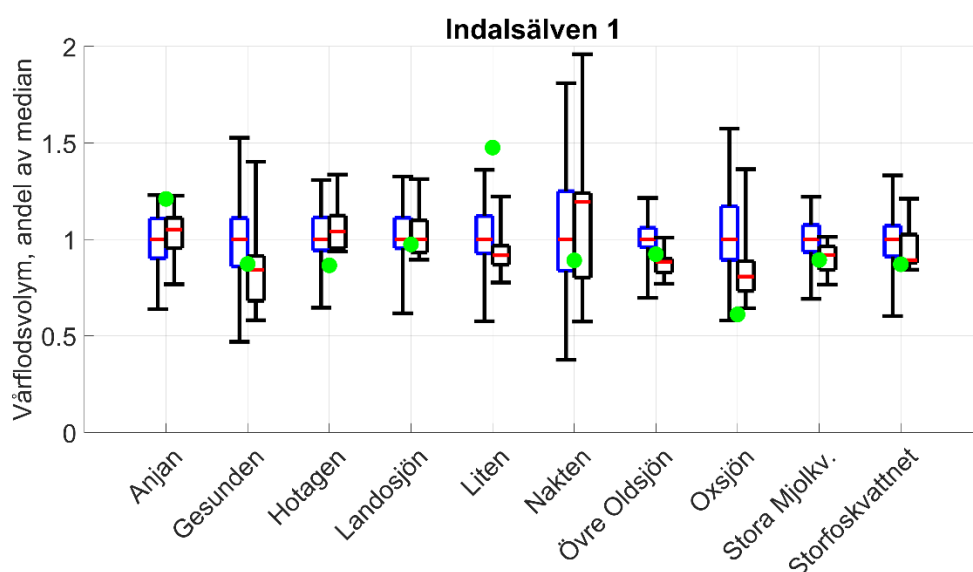
I Tabell 2 visas resultatet för hela älven och det relativa medelfelet är lägst hos den nya modellen med finare upplösning. Felen är generellt likartade för de båda måtten hos den nya modellen. För den äldre modellen är medelfelet som lägst i april.

Tabell 2 Prognosutfall, sammanvägda mått för Ljungans prognosområden

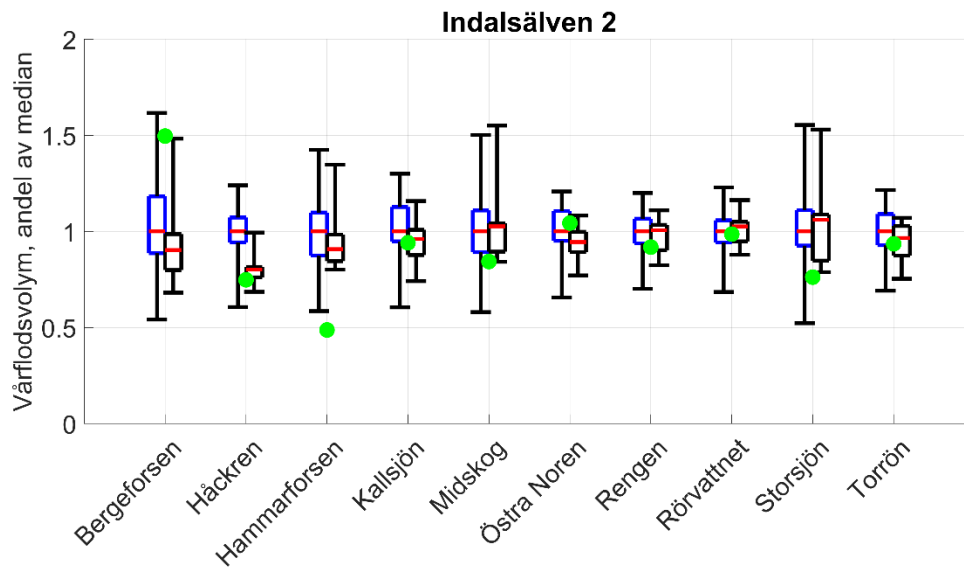
Period	$\frac{P_i - U_i}{U_i}$		$\frac{P_i - U_i}{N_i}$	
	Ny modell	Äldre modell	Ny modell	Äldre modell
0201-0731	0,37	0,61	0,27	0,52
0301-0731	0,38	0,62	0,26	0,50
0401-0731	0,35	0,56	0,24	0,43

5.2.2 Indalsälven

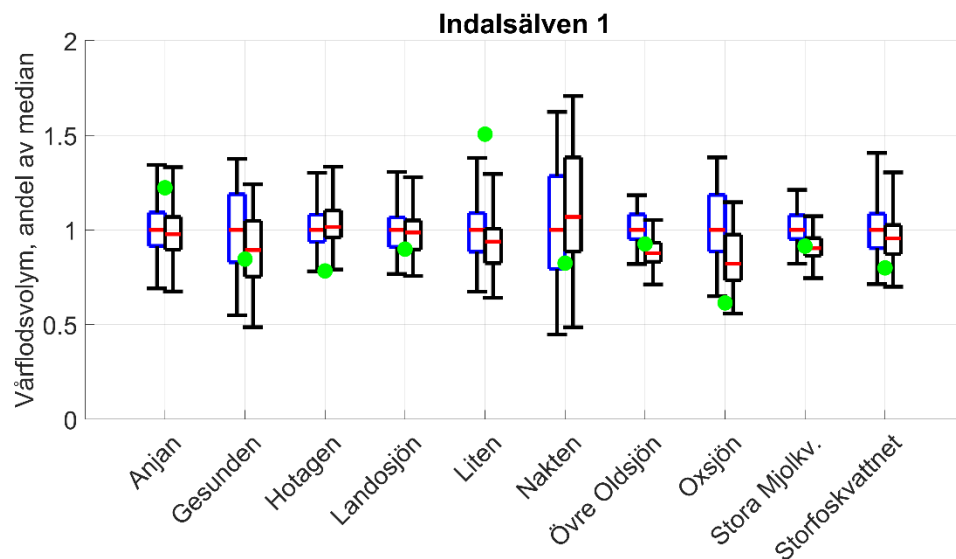
Den nya modellen har generellt lägre värden på ackumulerad tillrinning med avseende på medianvärde än vad den äldre modellen har för de flesta delområden. Håckren är ett delområde där den nya modellen simulerar lägre värden och som är mer likt observationerna. Mer nederbörd simuleras med den modellen som har en grövre upplösning (Figur 21 eller Bilaga 2). Närliggande områden som Liten och Kallsjön uppvisar också mindre nederbörd för den gamla modellen men inte i lika stor utsträckning. Vissa delområden simulerar dock mer volym, t.ex. delområdet Näkten (t.ex. Figur 17). Den nya modellen simulerar något bättre än modellen med grövre upplösning för ett flertal områden. Ingen av modellerna simulerar Liten och Hammarforsen på ett bra sätt på grund av mätfel i observationerna. Negativa observerade tillrinningar vintertid förekommer i dessa prognosområden. Detta är orimligt och kan sannolikt förklara de stora felen i dessa områden.



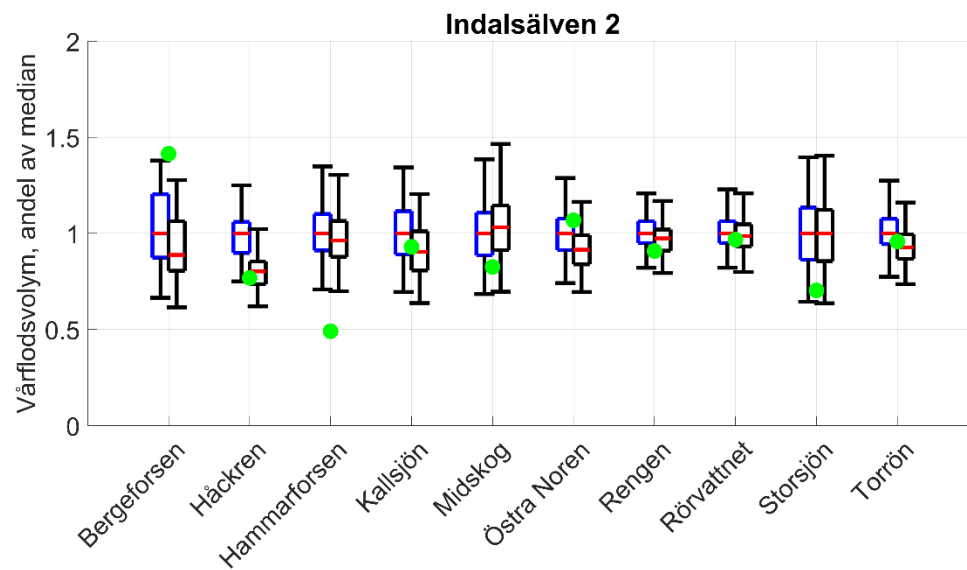
Figur 17 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för februari månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.



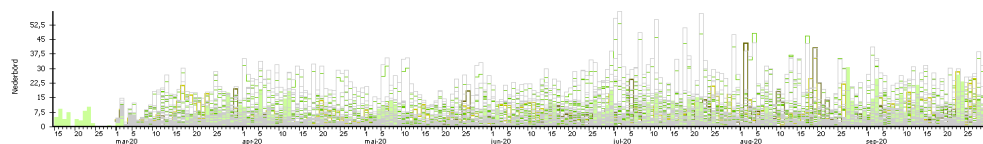
Figur 18 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för februari månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.



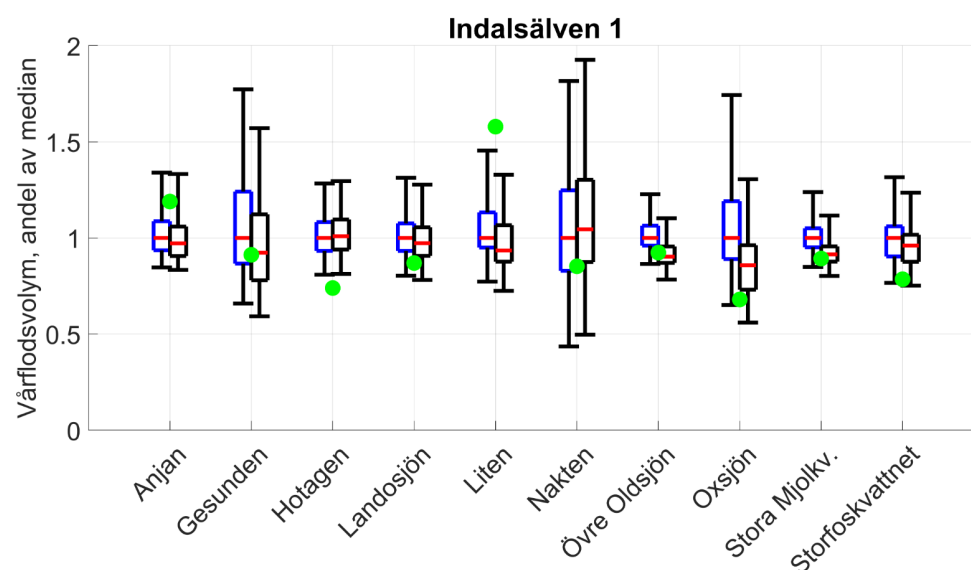
Figur 19 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för mars månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.



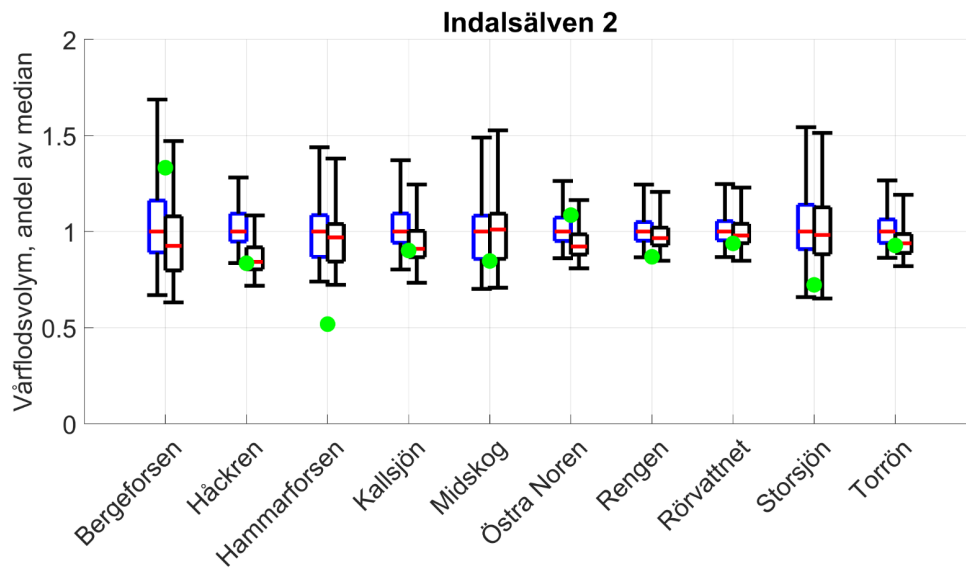
Figur 20 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för mars månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.



Figur 21 Nederbörd från 51 säsongsprognoiser för mars månad. Nya modellen - gröna staplar. Äldre modellen - grå staplar. För att granska en större version av figuren var god se Bilaga A.

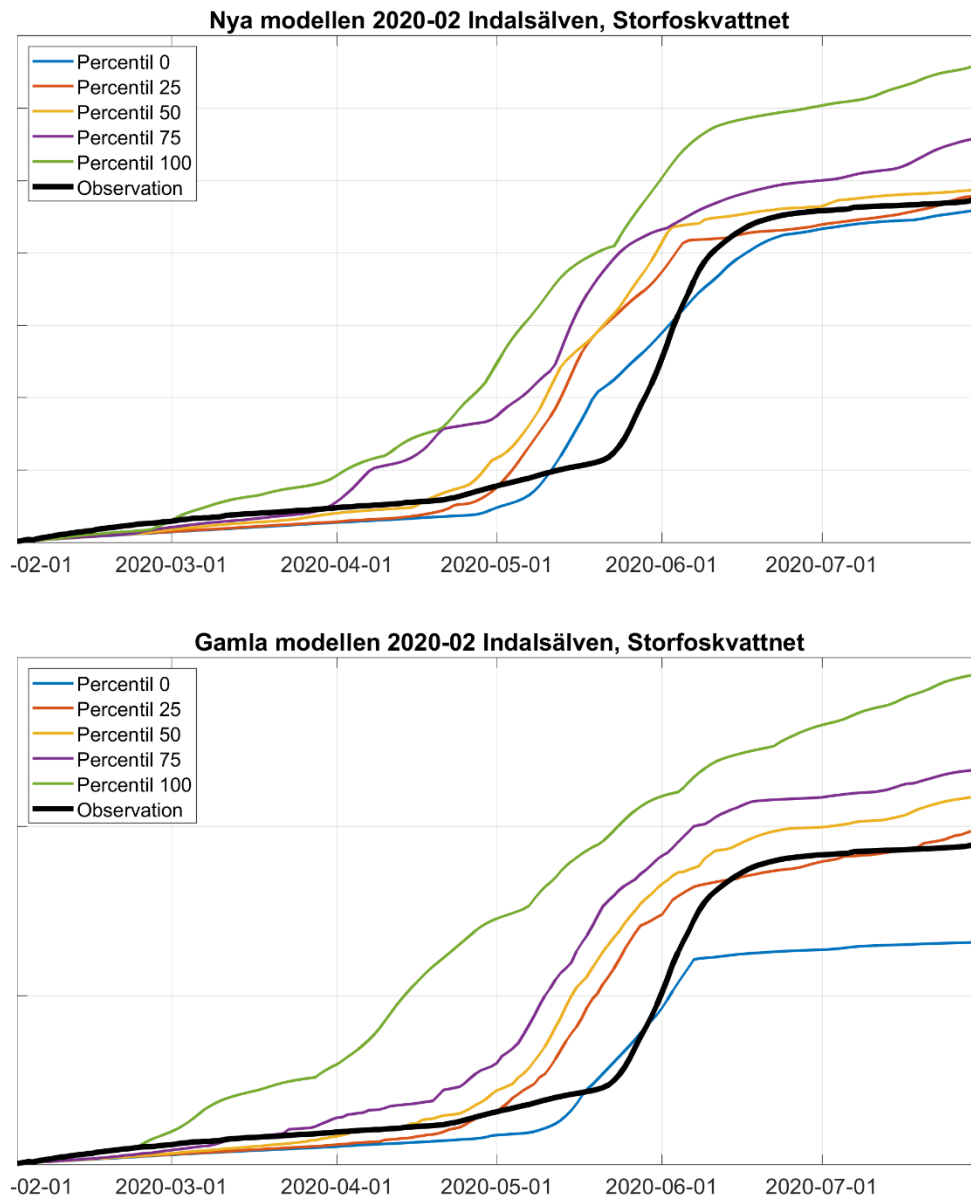


Figur 22 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för april månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.



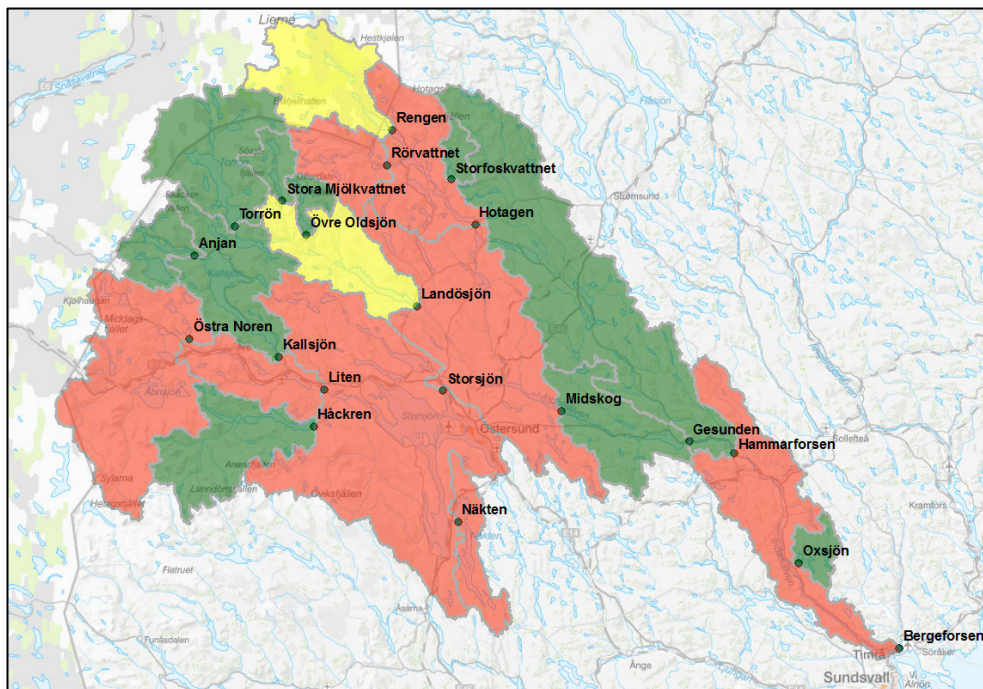
Figur 23 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för april månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.

Storfoskvattnet simuleras något bättre med den nya modellen enligt boxplottarna. Däremot hamnar observationerna inom max och min värdena bättre för den äldre modellen som har en större spridning.

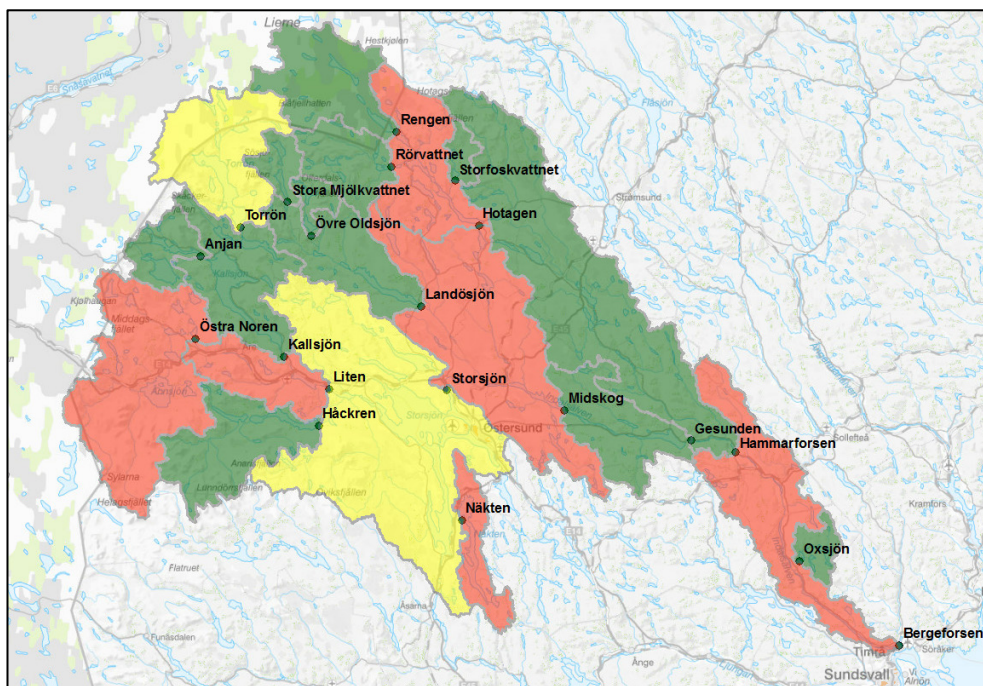


Figur 24 Prognos för Storfoskvattnet genererad i februari. Övre graf visar den nya modellen och den undre den äldre modellen.

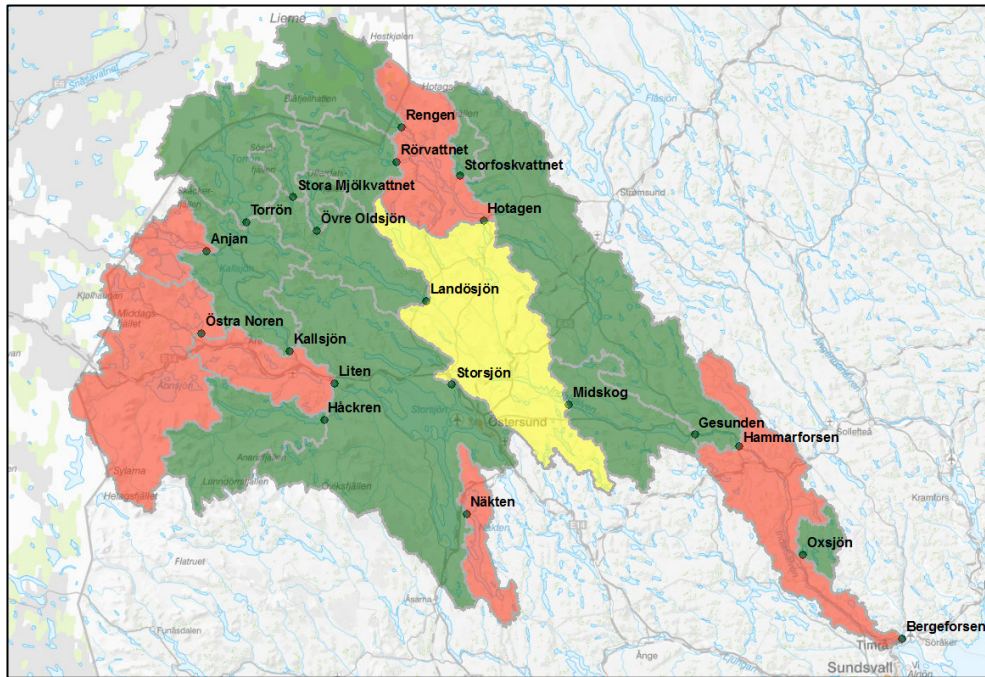
Figur 25 till Figur 27 visar geografiskt hur de olika prognosområdena i Indalsälven går för de olika månaderna. Observera att det i vissa fall förekommer att det endast är en minimal skillnad. Figurerna visar att olika delområden uppströms simuleras i vissa fall bättre av den nya modellen och i vissa fall bättre med den äldre modellen.



Figur 25 Indalsälvens prognosområden för februari månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.

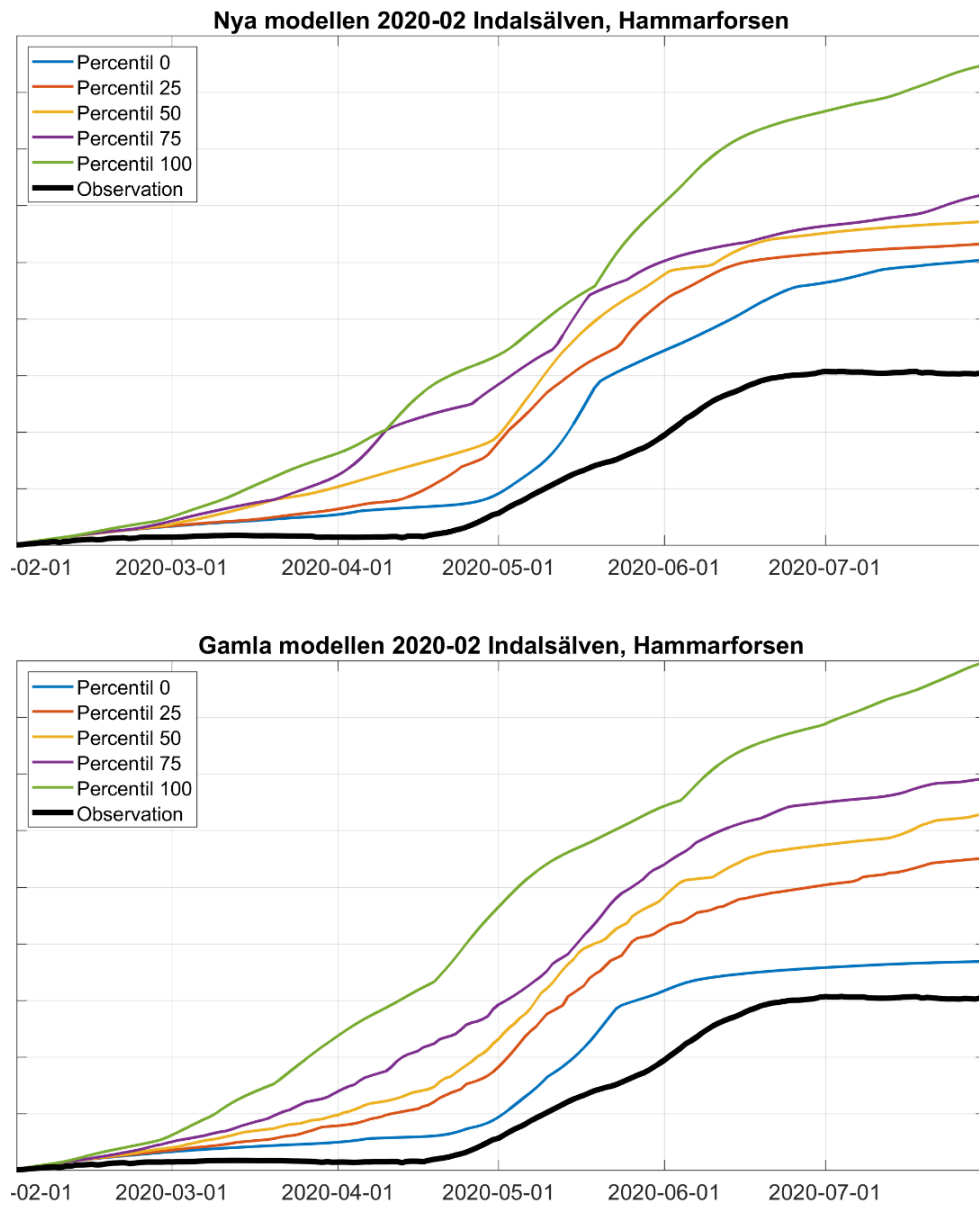


Figur 26 Indalsälvens prognosområden för februari månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.



Figur 27 Indalsälvens prognosområden för februari månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.

Figur 28 visar hur ingen av modellerna lyckas simulera ackumulerad tillrinning för Hammarforsen på ett bra sätt. Hammarforsen har negativa tillrinningar på vintern vilket är orimligt och kan sannolikt förklara de stora felen i dessa områden.



Figur 28 Hammarforsprognosen genererad i februari. Övre graf visar den nya modellen och den undre den äldre modellen.

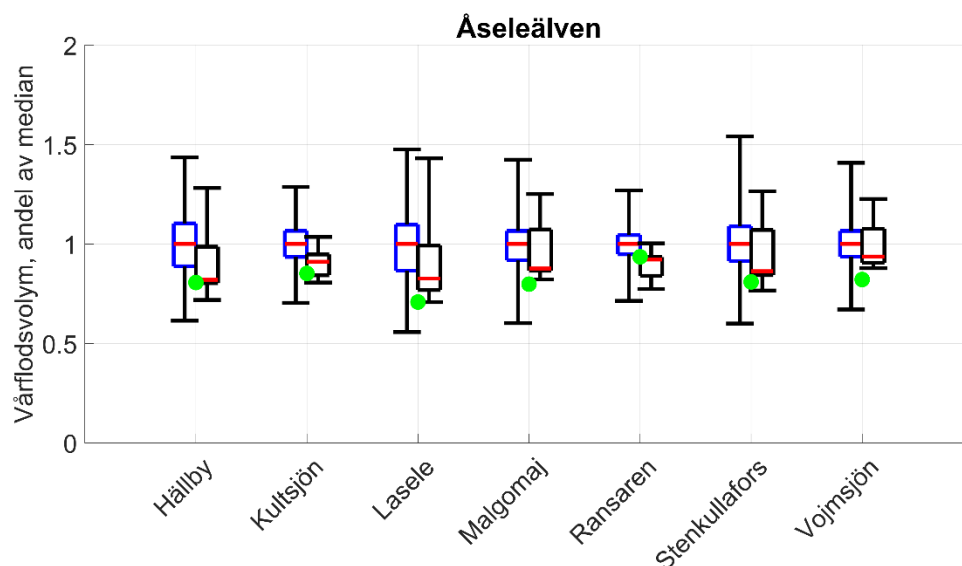
I Tabell 3 visas resultatet för hela Indalsälven och det relativa medelfelet är lägst hos den nya modellen med finare upplösning.

Tabell 3 Prognosutfall, sammanvägda mått för Indalsälvens prognosområden

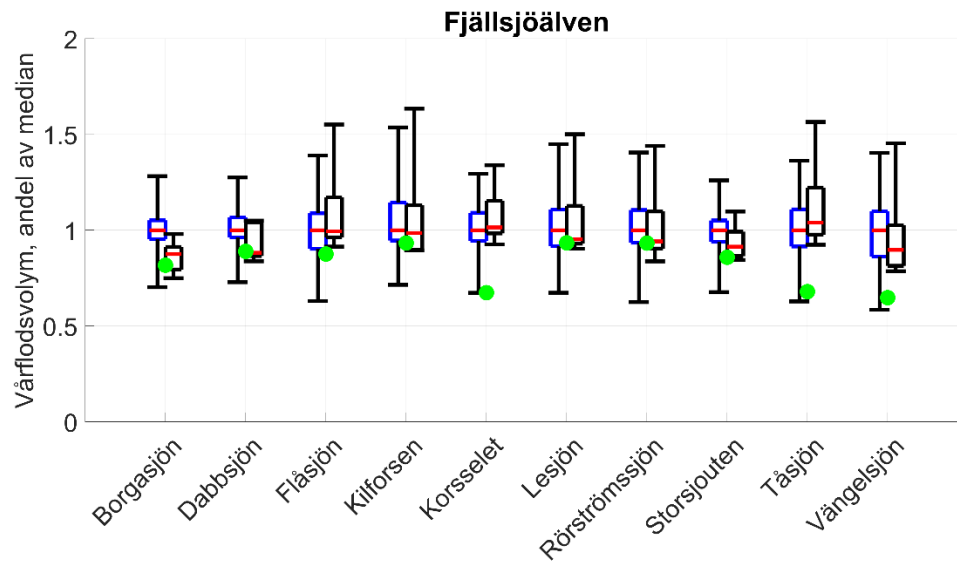
Period	$\frac{P_i - U_i}{U_i}$		$\frac{P_i - U_i}{N_i}$	
	Ny modell	Äldre modell	Ny modell	Äldre modell
0201-0731	0,08	0,13	-0,01	0,05
0301-0731	0,09	0,16	0,007	0,08
0401-0731	0,09	0,15	0,02	0,08

5.2.3 Ångermanälven

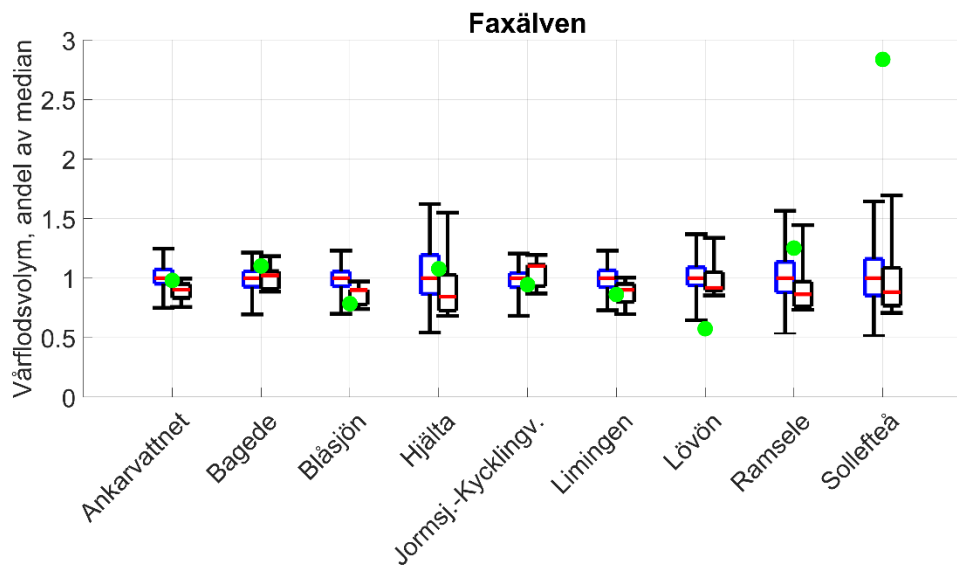
Även för Ångermanälven simulerar den nya modellen generellt en lägre ackumulerad tillrinning än vad den äldre modellen med grövre upplösning gör. Vissa områden har högre ackumulerad tillrinning i den nya modellen t.ex. Flåsjön och Tåsjön. Jämfört med observationerna är den nya modellen något bättre än den äldre för Åseleälven. För Fjällsjöälven och Faxälven varierar det vilken modell som är bäst jämfört med observationerna. Lövön och Sollefteå är delområden som ingen av modellerna simulerar bra på grund av dåliga tappningsbestämningar i ovanförliggande prognosområden. För Sollefteå är tappningsbestämningen också dålig.



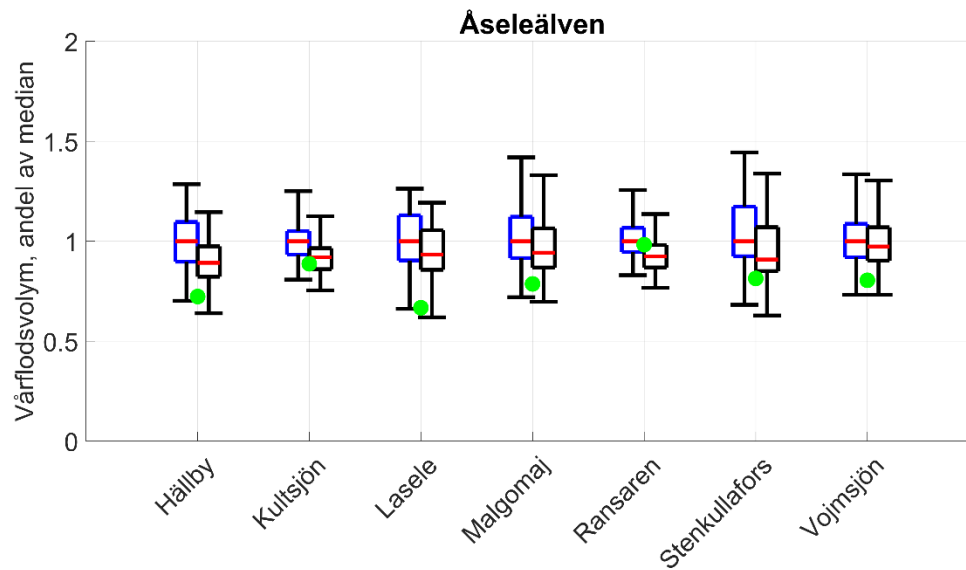
Figur 29 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för februari månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.



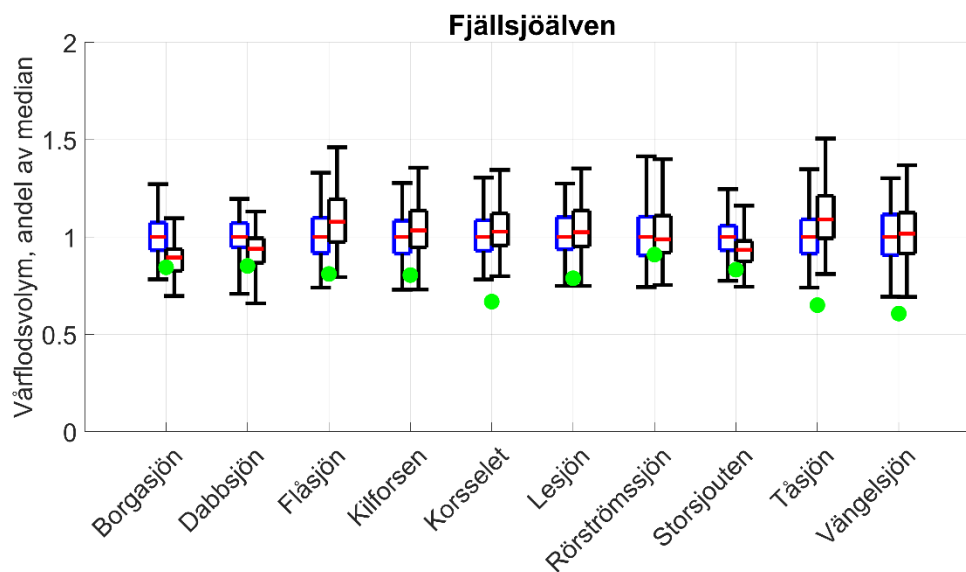
Figur 30 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för februari månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.



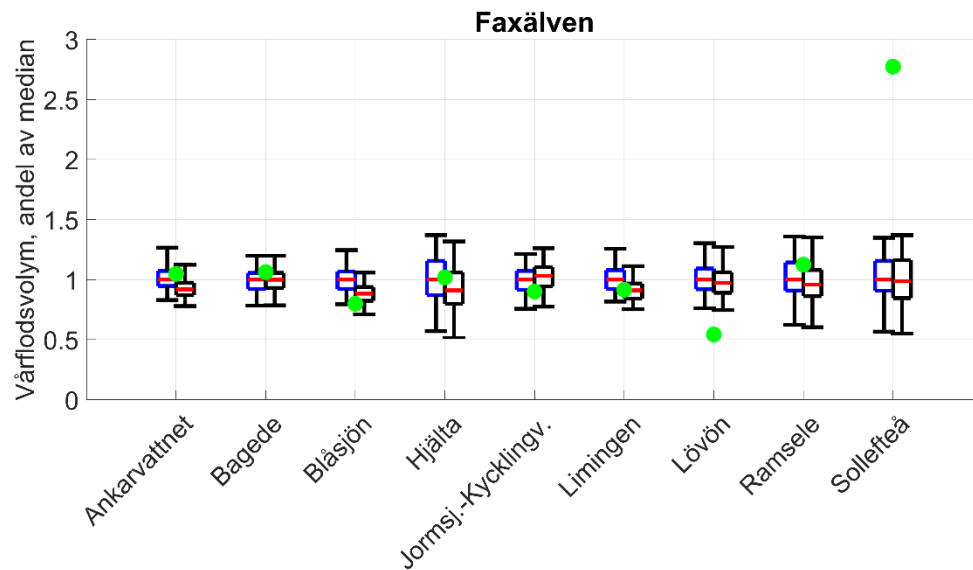
Figur 31 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för februari månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.



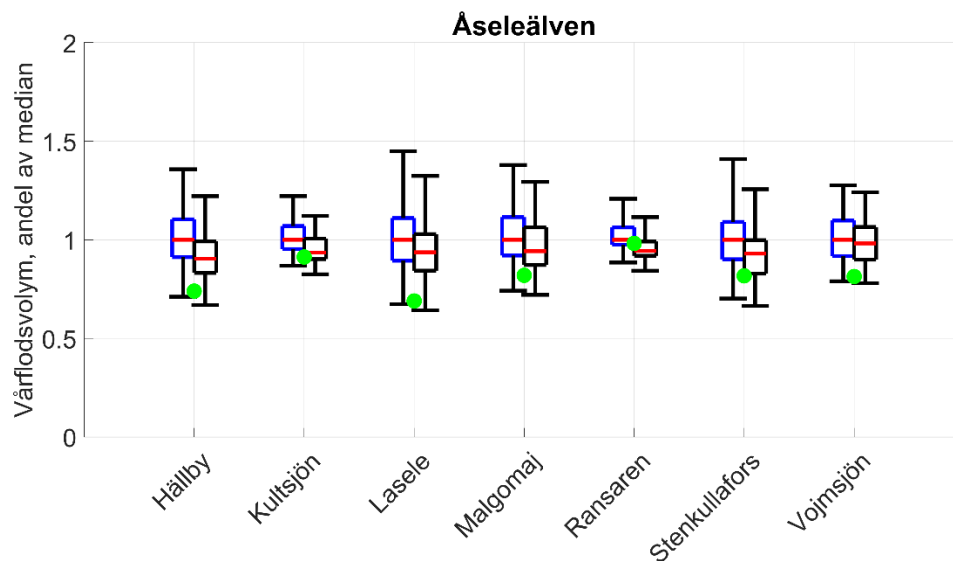
Figur 32 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för mars månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirkclar.



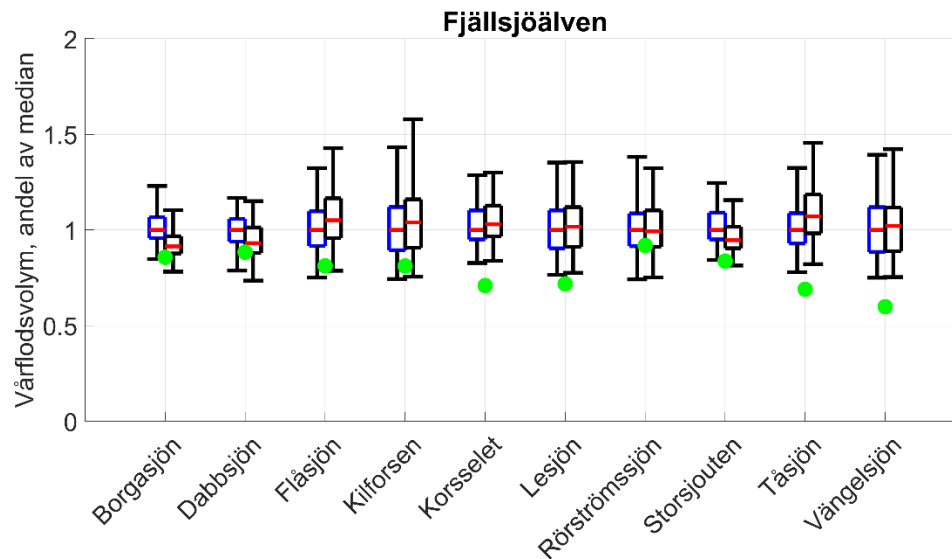
Figur 33 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för mars månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirkclar.



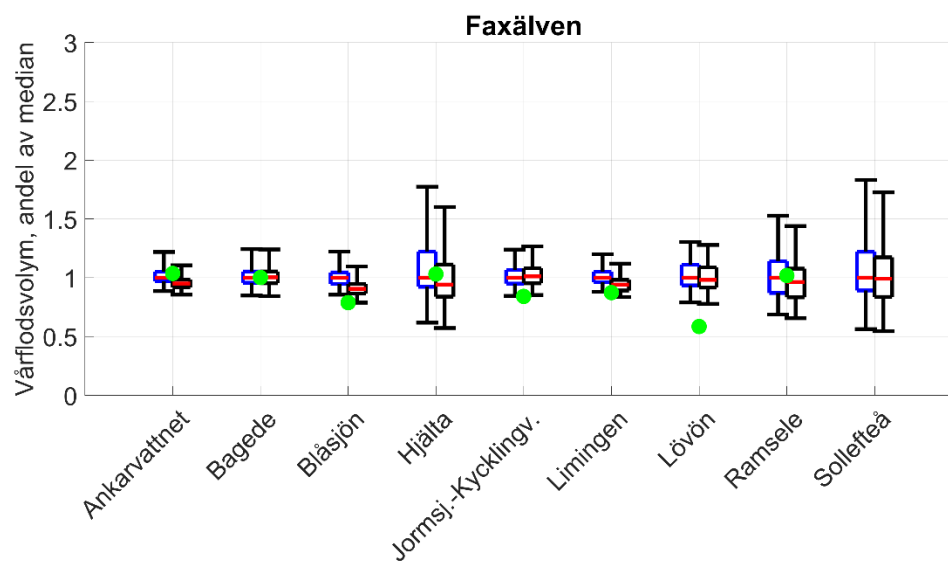
Figur 34 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för mars månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.



Figur 35 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för april månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.

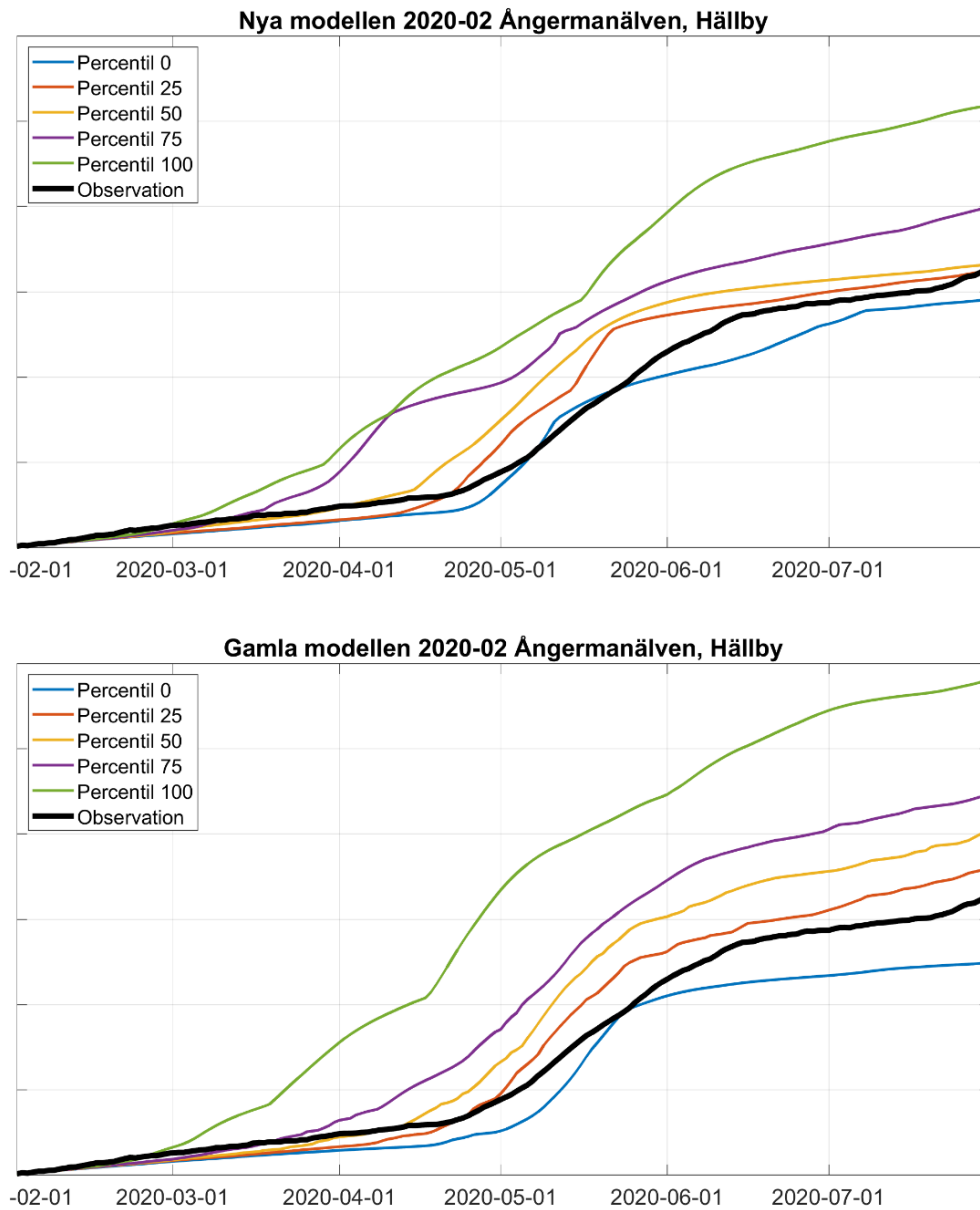


Figur 36 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för april månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirkclar.



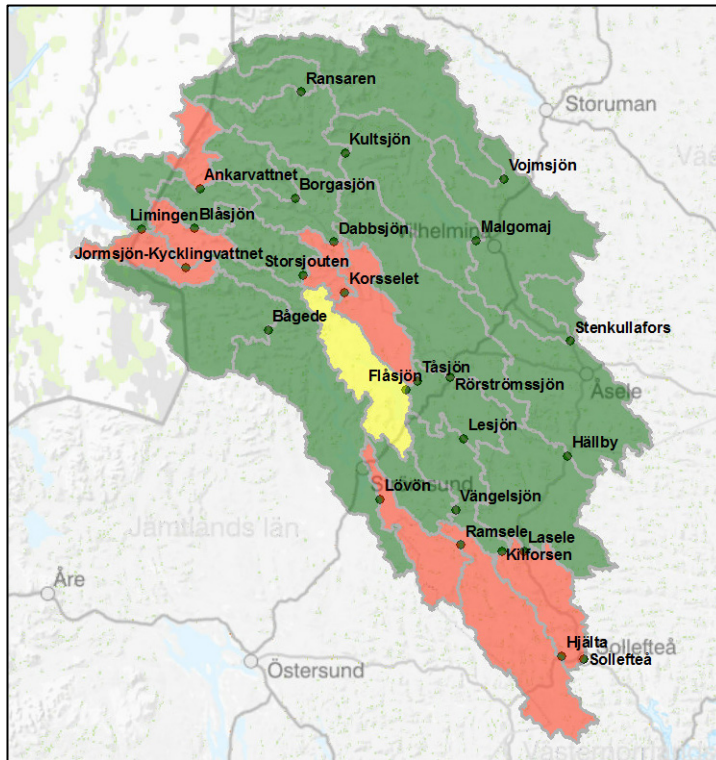
Figur 37 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för april månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirkclar.

Hällby i Ångermanälven simuleras bättre med den nya modellen vilket också kan ses i Figur 38.

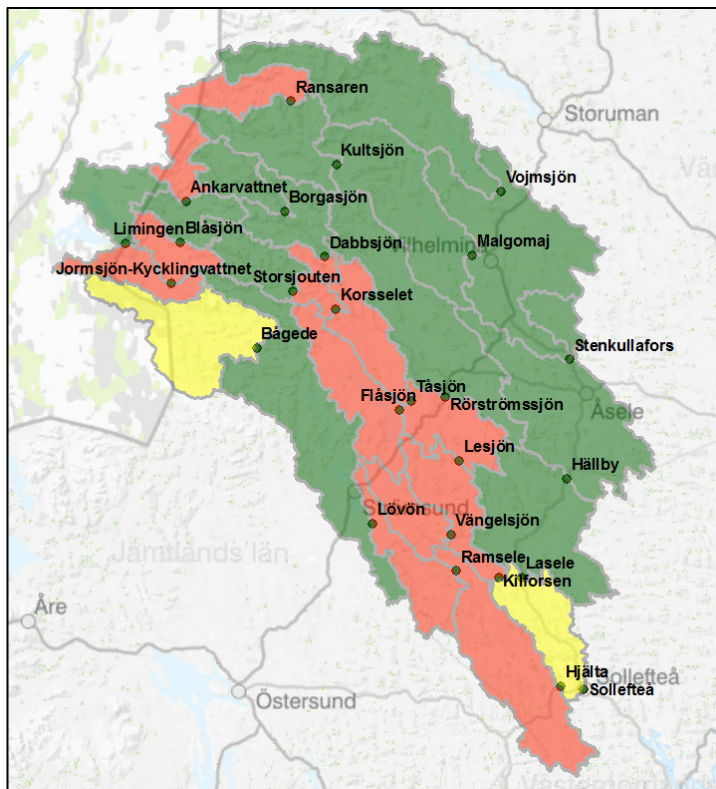


Figur 38 Hällby prognosen genererad i februari. Övre graf visar den nya modellen och den undre den äldre modellen.

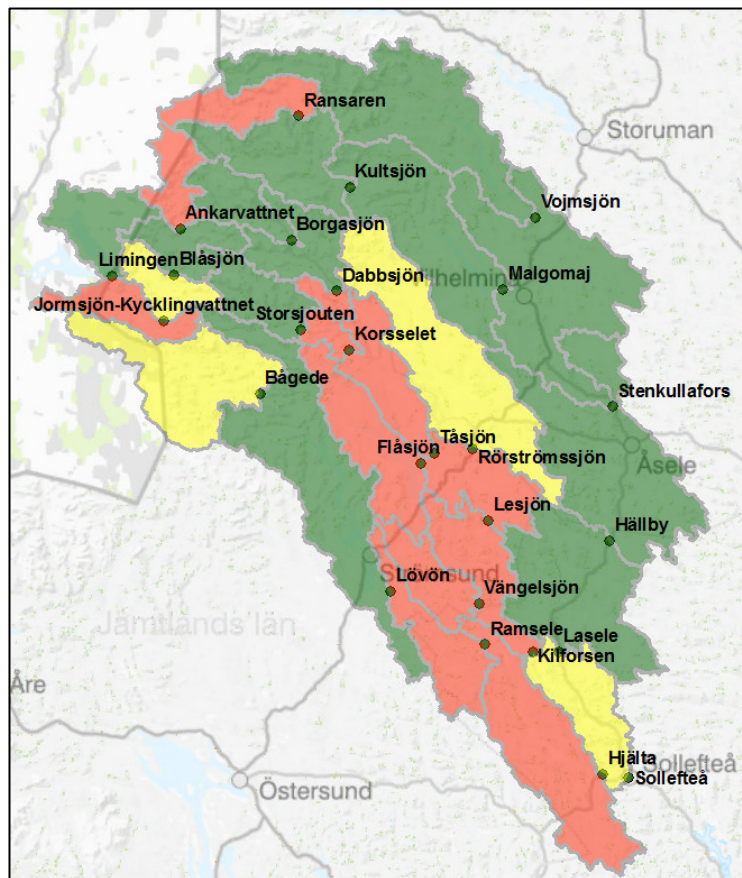
Figur 39 till Figur 41 visar utfallet för de olika månaderna. Observera att det i vissa fall förekommer att det endast är en minimal skillnad. Variationerna är stora mellan de olika månaderna för Ångermanälven.



Figur 39 Ångermansälvens prognosområden för februari månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.



Figur 40 Ångermansälvens prognosområden för mars månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.



Figur 41 Ångermanälvens prognosområden för april månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.

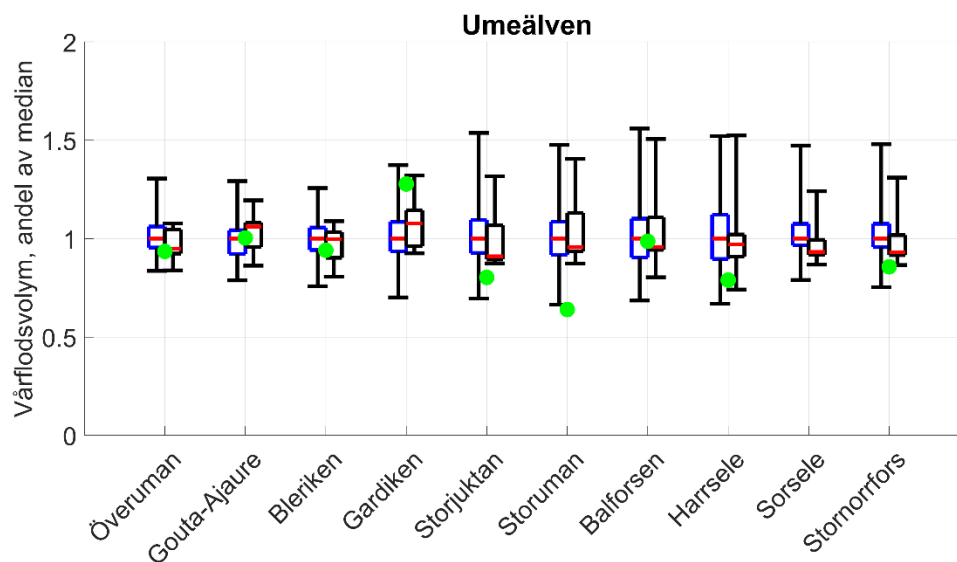
I Tabell 4 visas resultatet för hela Ångermanälven och det relativa medelfelet är lägst hos den nya modellen med finare upplösning. För de båda modellerna är medelfelet som lägst i februari. Detta kan bero på att t.ex. starttillståndet med snömagasinet har uppdaterats fel för de senare prognoserna eller att väderläget fångades bättre i februarikörningen.

Tabell 4 Prognosutfall, sammanvägda mått för Ångermanälvens prognosområden

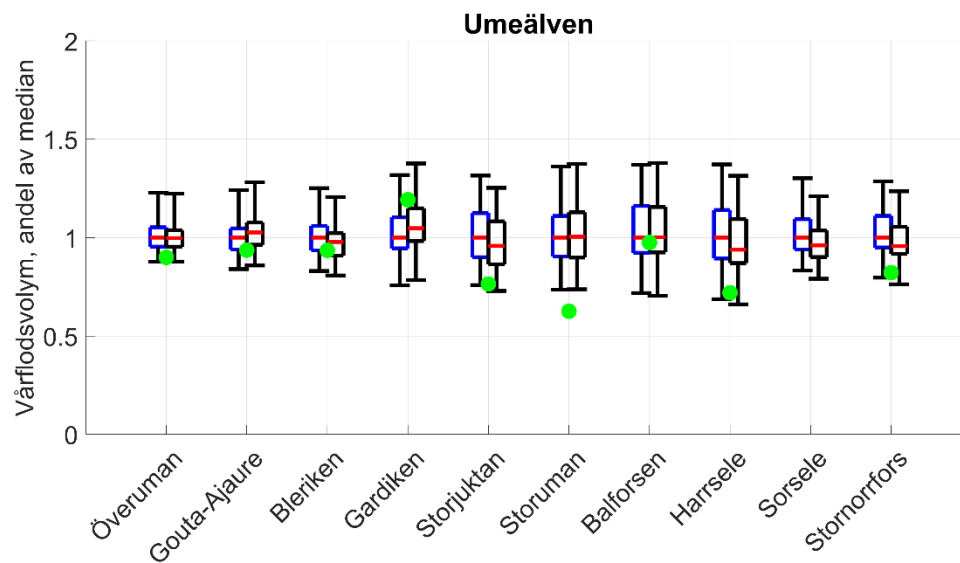
Period	$\frac{P_i - U_i}{U_i}$		$\frac{P_i - U_i}{N_i}$	
	Ny modell	Äldre modell	Ny modell	Äldre modell
0201-0731	0,08	0,16	0,03	0,12
0301-0731	0,17	0,20	0,11	0,15
0401-0731	0,17	0,20	0,12	0,16

5.2.4 Umeälven

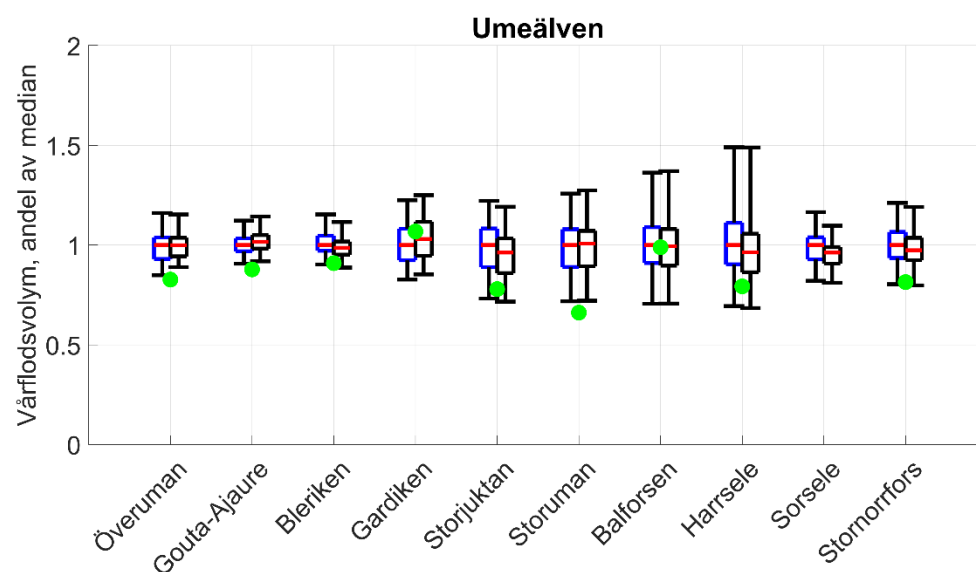
För Umeälvens delområden har den nya modellen med finare upplösning ibland lägre volym, högre volym och för vissa delområden lika volym. Delområdena Göuta-Ajaure och Gardiken visar på högre tillrinningsvolym än den äldre modellen. Modellen med finare upplösning ligger ofta närmre observationerna än vad den äldre modellen gör. Vissa områden i fjällkedjan som Överuman och Gardiken simuleras bättre med den nya modellen och kan bero på att en finare upplösning ger en bättre beskrivning av området.



Figur 42 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för februari månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.

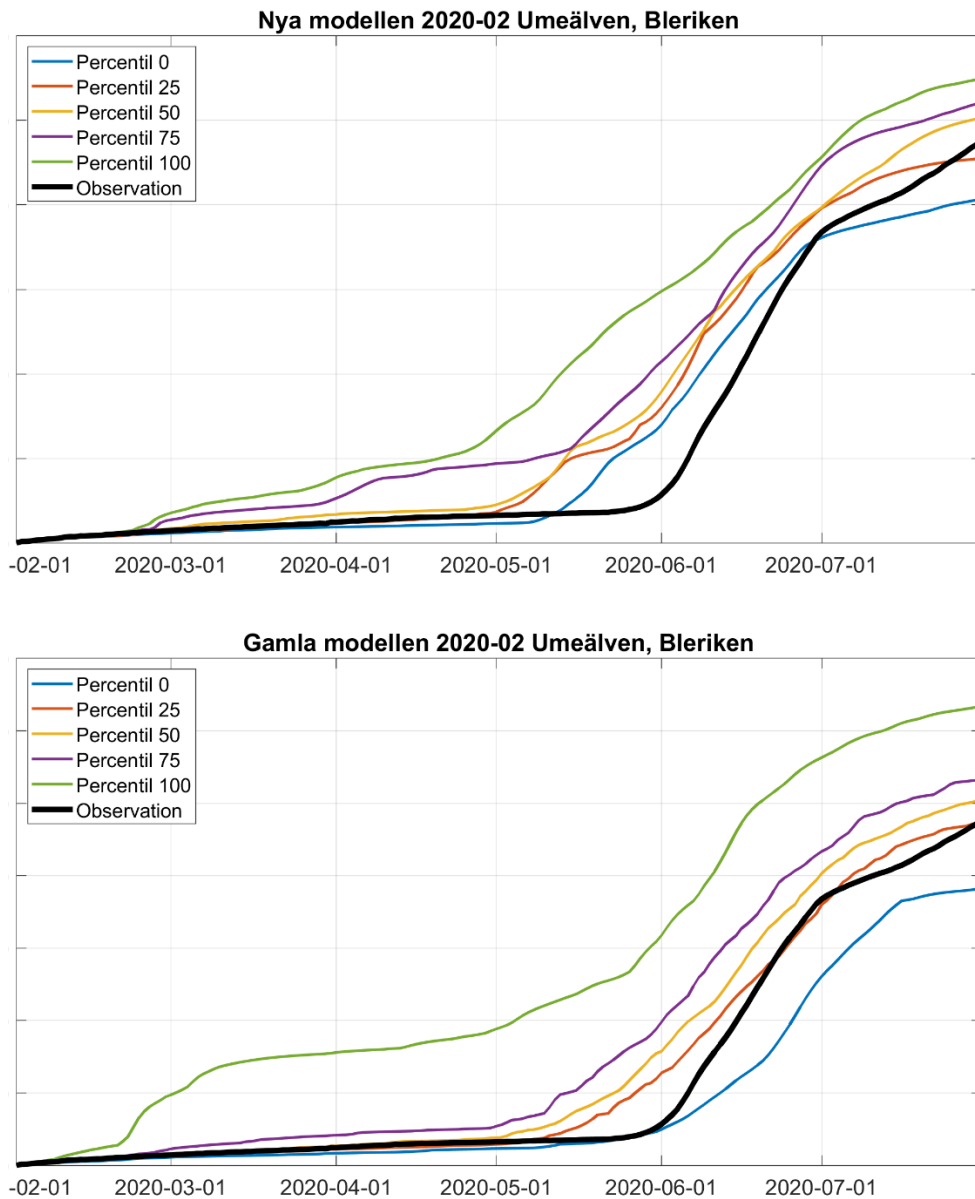


Figur 43 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för mars månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirkclar.



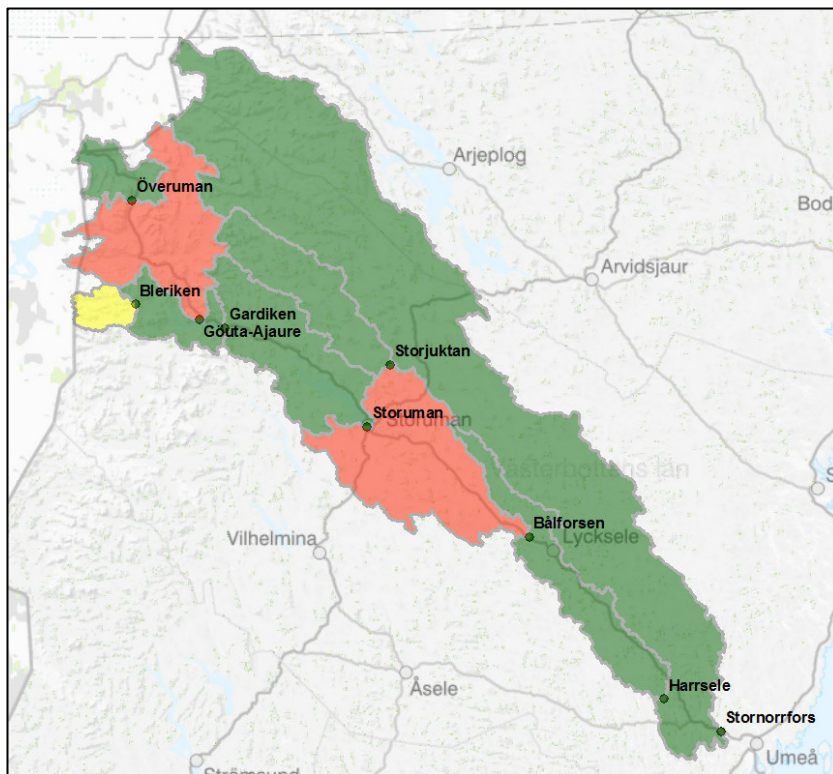
Figur 44 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för april månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirkclar.

Bleriken uppvisar liknande ackumulerad volym i slutet av juli månad (Figur 45). Den äldre modellen uppvisar även här ett större spann mellan percentilerna och min tillrinning innefattas av 0 percentilen.

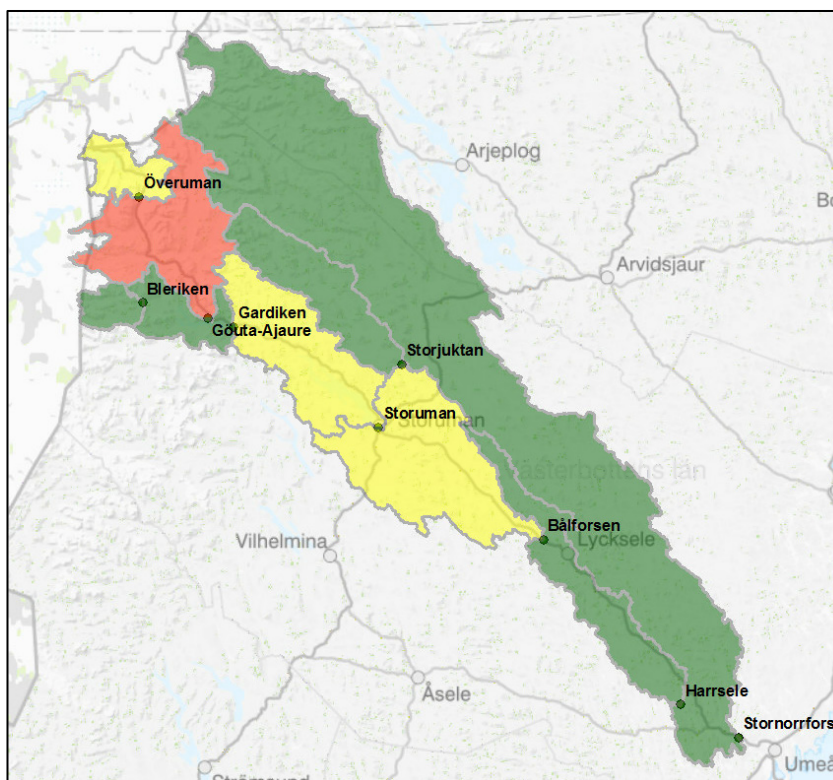


Figur 45 Bleriken prognosen genererad i februari. Övre graf visar den nya modellen och den undre den äldre modellen.

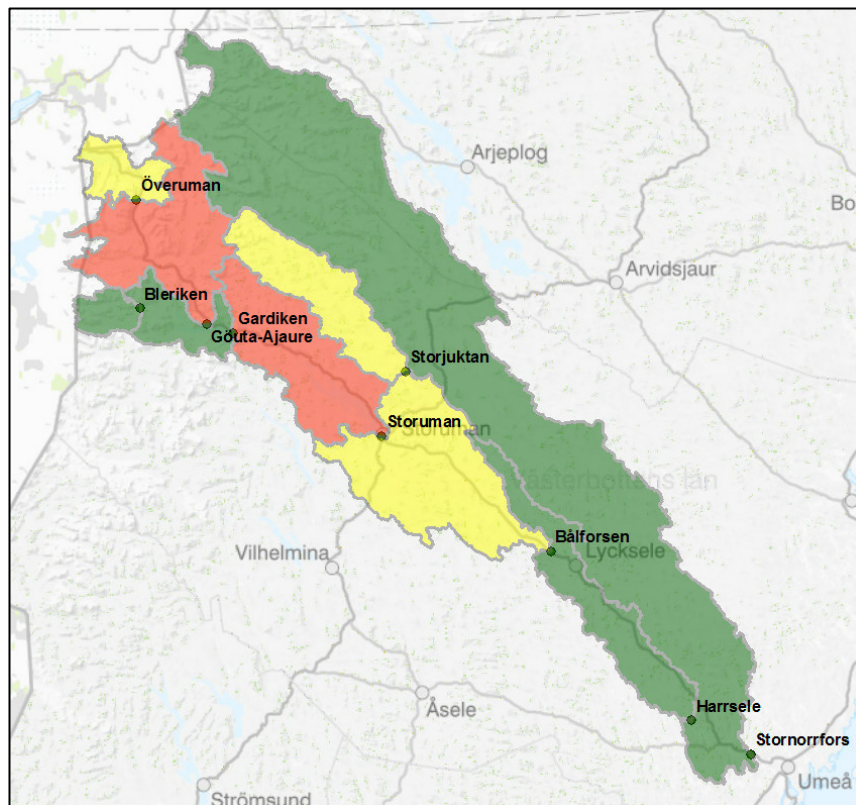
Figur 46 till Figur 48 visar prognosområdenas utfall geografiskt för de olika månaderna. Observera att det i vissa fall förekommer att det endast är en minimal skillnad. Prognosområdena uppströms uppvisar olika fall för vilken modell som är bäst. Nedströms delområden simuleras bättre med den nya modellen.



Figur 46 Umeälvens prognosområden för februari månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.



Figur 47 Umeälvens prognosområden för mars månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.



Figur 48 Umeälvens prognosområden för april månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.

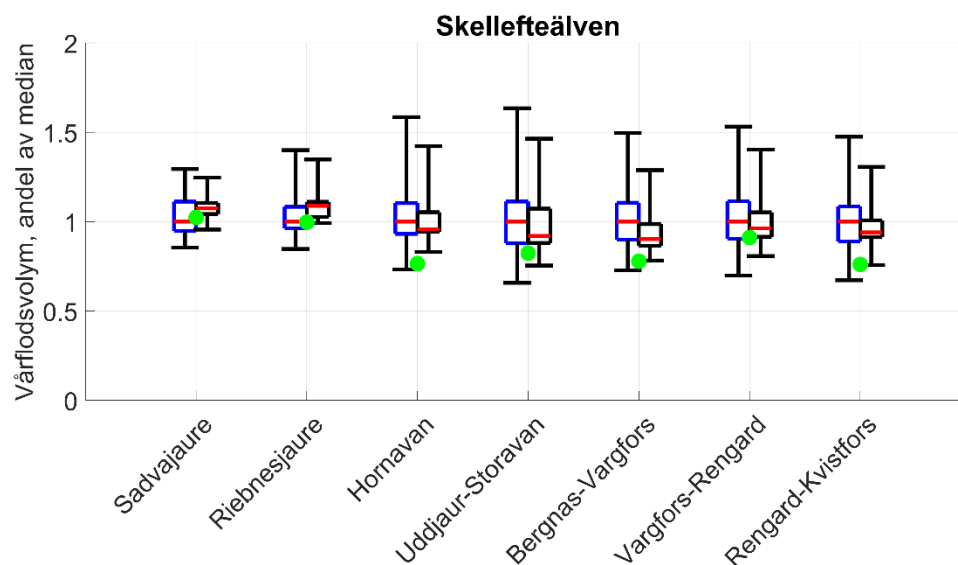
I Tabell 6 visas resultatet för hela Umeälven och det relativa medelfelet är lägst hos den nya modellen med finare upplösning. Felen är lägst i februari och högst i april för båda modellerna.

Tabell 5 Prognosutfall, sammanvägda mått för Umeälvens prognosområden

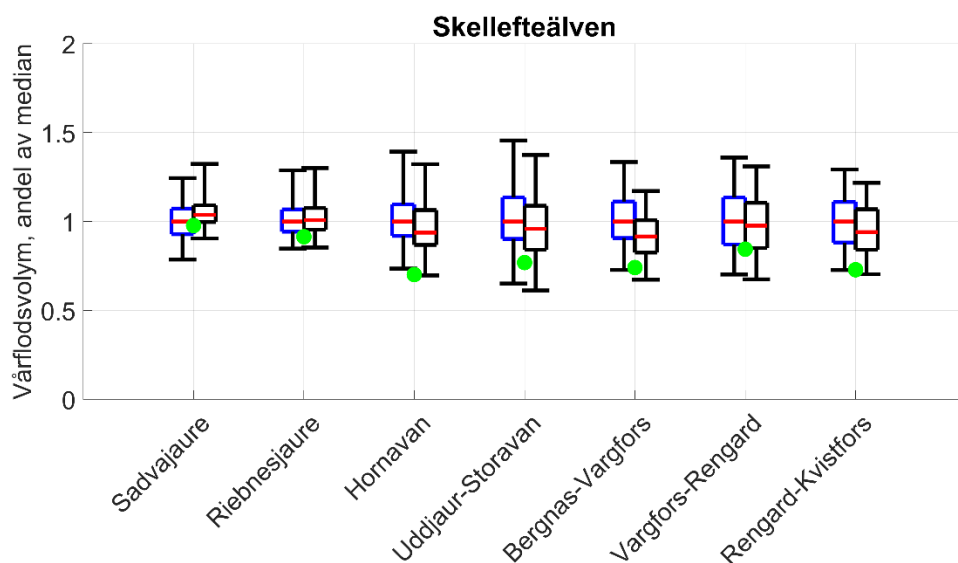
Period	Ny modell	$\frac{P_i - U_i}{U_i}$	Ny modell	$\frac{P_i - U_i}{N_i}$
		Äldre modell	Äldre modell	
0201-0731	0,10	0,13	0,08	0,11
0301-0731	0,16	0,18	0,15	0,16
0401-0731	0,18	0,19	0,17	0,18

5.2.5 Skellefteälven

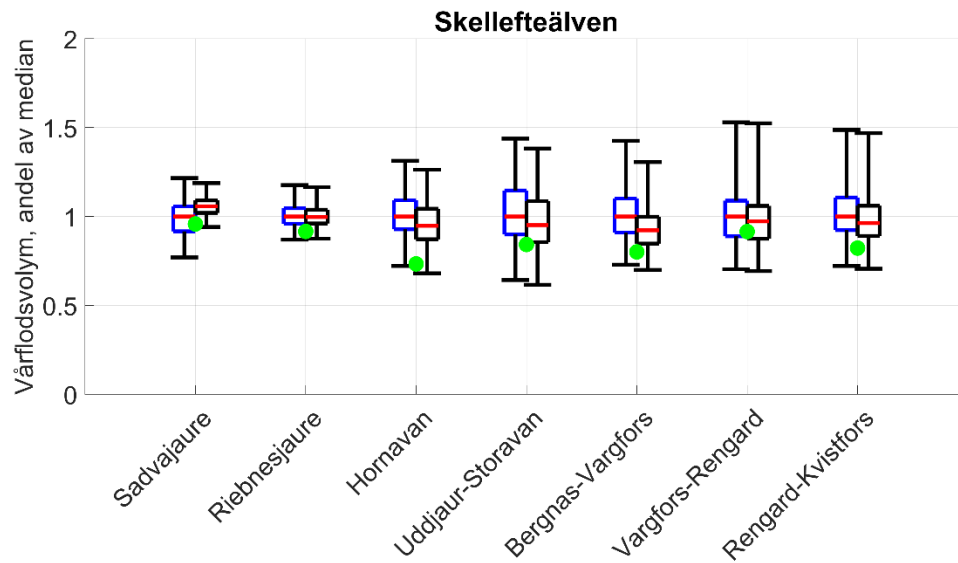
Skellefteälvens ackumulerade tillrinning ligger generellt högre för den äldre modellen förutom för delområdena Sädvajaure och Riebnesjaure där den nyare modellen simulerar högre ackumulerade tillrinningar. Generellt så är den nya modellen mer lik observationerna med avseende på ackumulerad tillrinning förutom för Sädvajaure där den äldre modellen är något bättre.



Figur 49 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för februari månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirkelar.

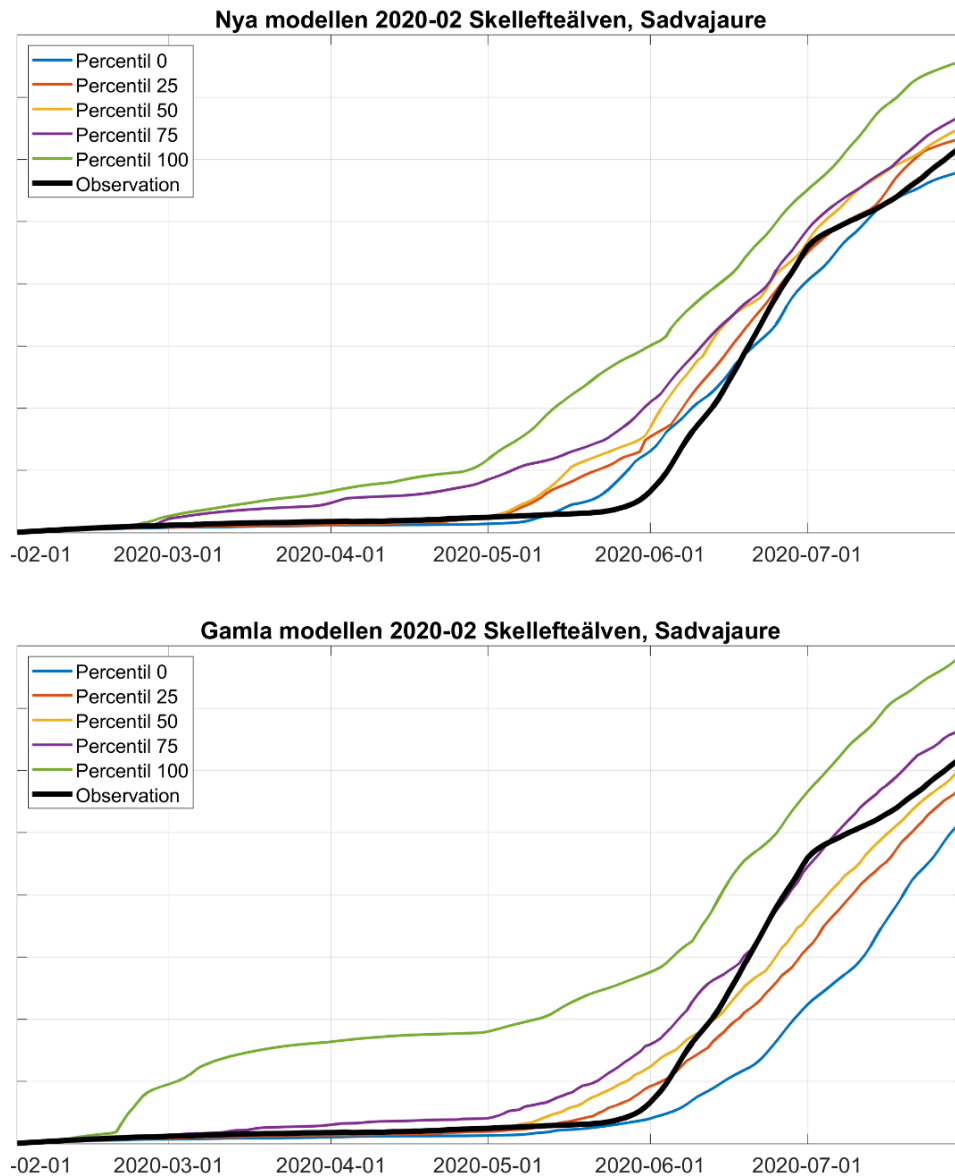


Figur 50 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för mars månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirkelar.



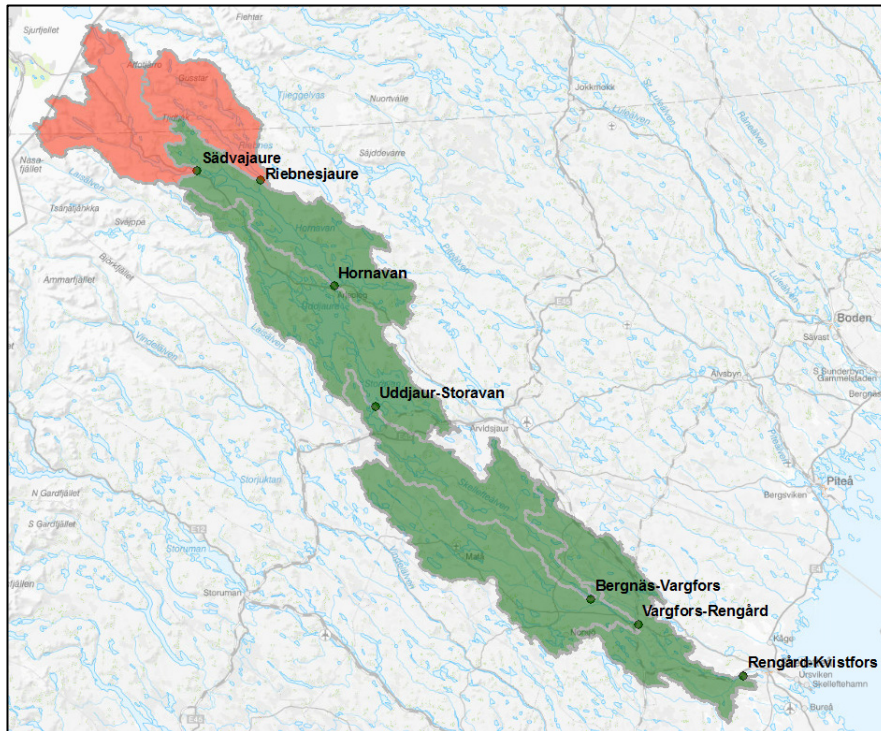
Figur 51 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för april månad. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.

Figur 52 visar också på att den grövre upplösningen ger bättre simulering av ackumulerad tillrinning.

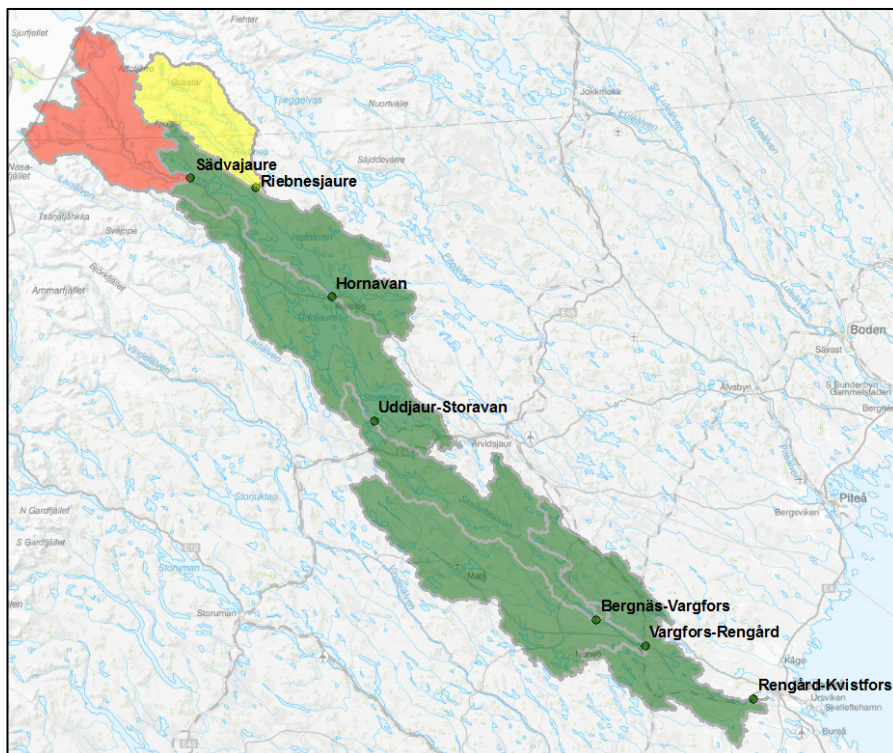


Figur 52 Delområdet Sadvajaures februariprognos. Övre graf visar den nya modellen och den undre den äldre modellen.

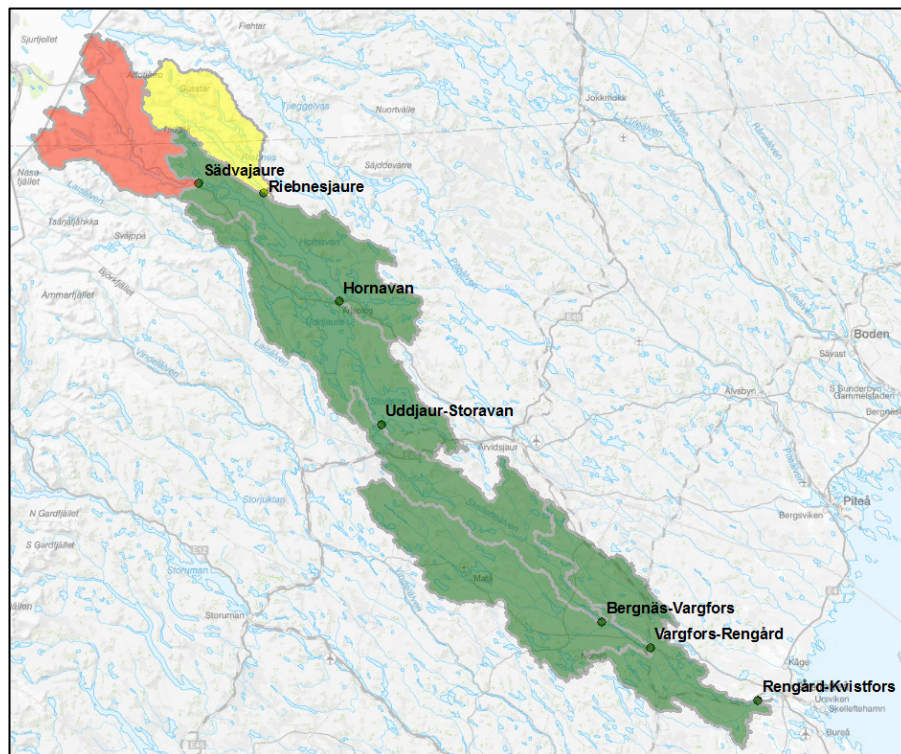
Figur 53 till Figur 55 visar prognosutfallet geografiskt för Skellefteälvens delområden. Fjällkedjans delområden prognosticeras bättre med den äldre modellen och övriga områden simuleras bättre med den nya modellen.



Figur 53 Skellefteälvens prognosområden för februari månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.



Figur 54 Skellefteälvens prognosområden för mars månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.



Figur 55 Skellefteälvens prognosområden för april månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.

I Tabell 6 visas resultatet för hela Skellefteälven och det relativa medelfelet är lägst hos den nya modellen med finare upplösning. Felen är som högst i mars för de båda måtten hos de båda modellerna.

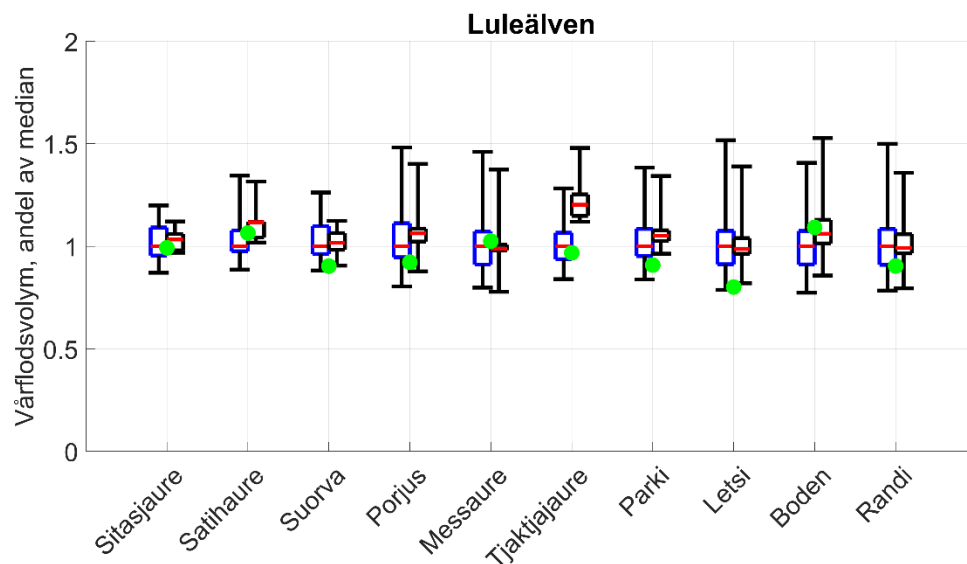
Tabell 6 Prognosutfall, sammanvägda mått för Skellefteälvens prognosområden.

Period	$\frac{\overline{P_i - U_i}}{U_i}$		$\frac{\overline{P_i - U_i}}{N_i}$	
	Ny modell	Äldre modell	Ny modell	Äldre modell
0201-0731	0,14	0,17	0,13	0,16
0301-0731	0,20	0,25	0,20	0,24
0401-0731	0,14	0,18	0,14	0,17

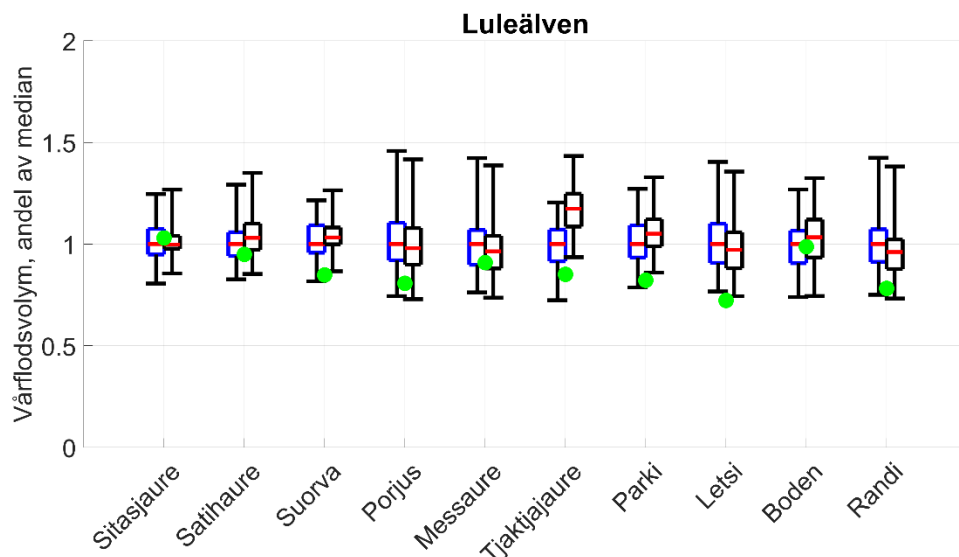
5.2.6 Luleälven

I Luleälven simuleras vissa delområden högre och andra lägre ackumulerad tillrinning med den nya modellen än vad den äldre modellen gör. Delområdet Tjaktjajaure har mycket högre ackumulerad tillrinning än vad den äldre modellen har. Detta beror på att vissa av prognoserna i den nya modellen oftare har högre toppvärden vad gäller nederbörd än vad den äldre modellen har (Figur 58 eller

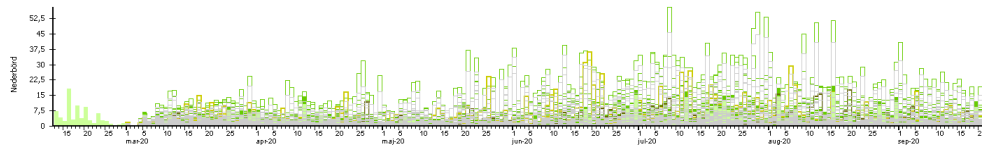
Bilaga 2). Närliggande delområden som Sitasjaure, Satihaure och Sourva uppvisar mer lika nederbörd för de två olika modellerna. Den äldre modellen simulerar Tjaktjajaure bättre än den nya modellen med finare upplösning. För ett flertal områden simulerar den äldre modellen en bättre ackumulerad tillrinning. Detta gäller speciellt i uppströmsområdena.



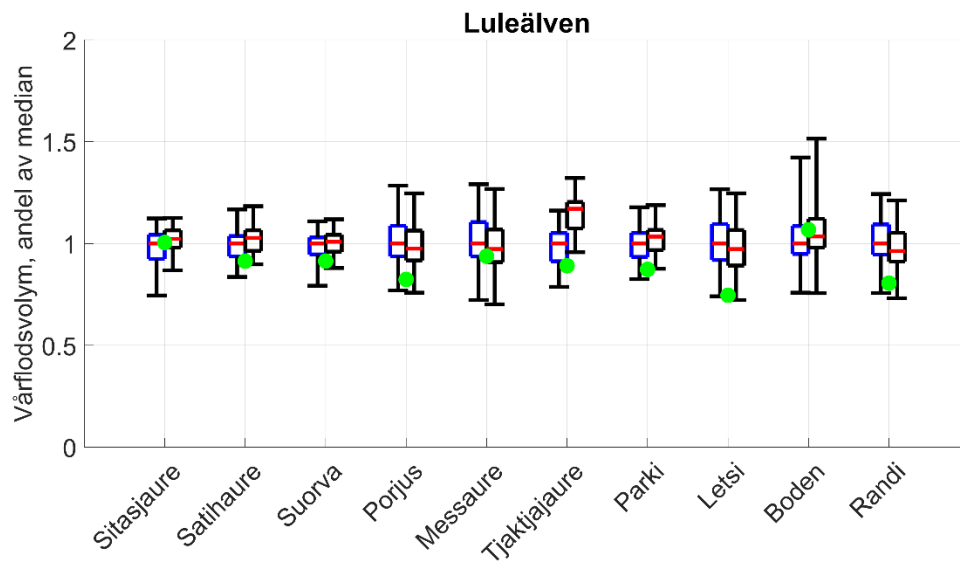
Figur 56 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för februari. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.



Figur 57 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för mars. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.

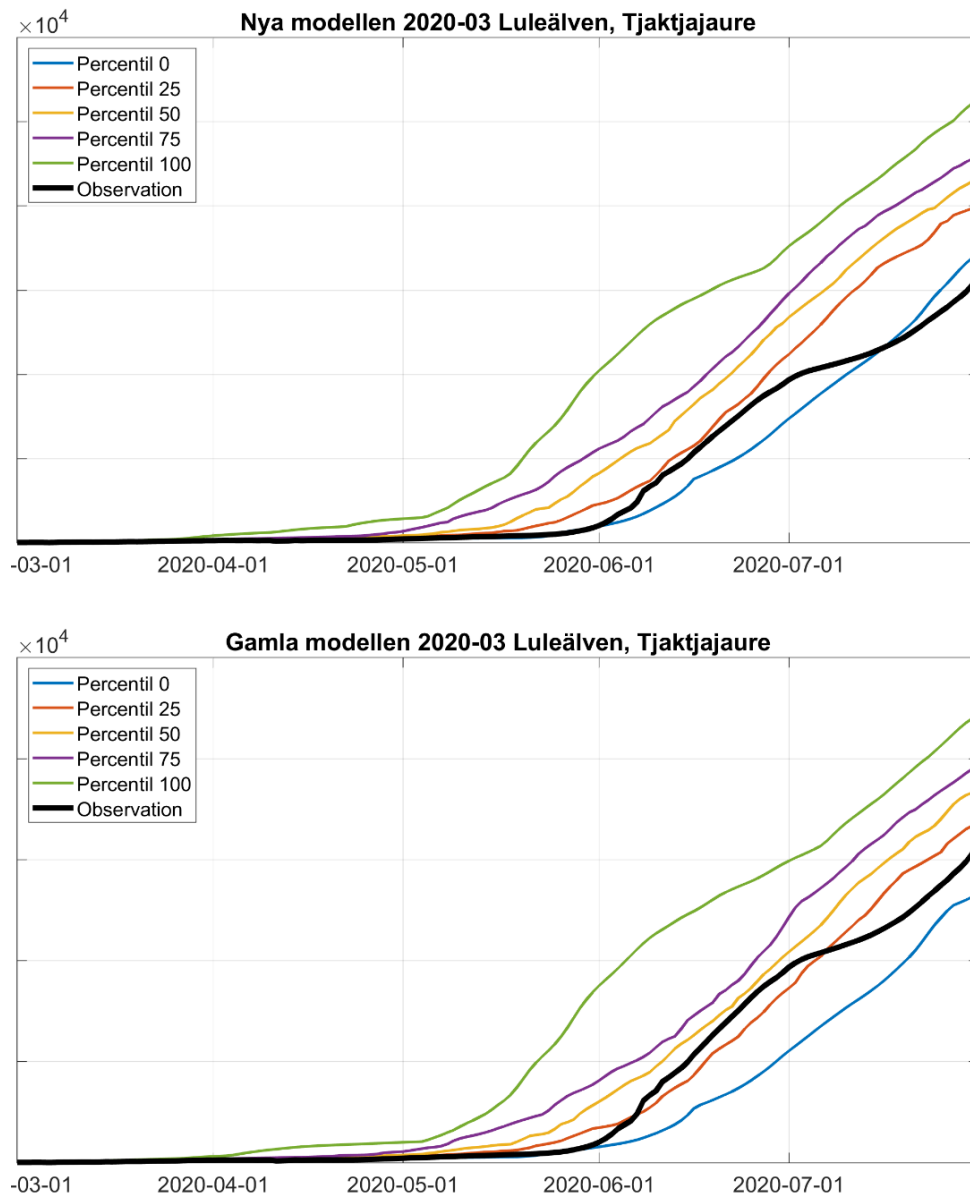


Figur 58 Nederbörd från 51 säsongsprognoiser för mars månad för Tjaktajaure med den nya modellen (gröna staplar) och 51 prognoser med den äldre modellen (grå staplar). För att granska en större version av figuren var god se Bilaga A.



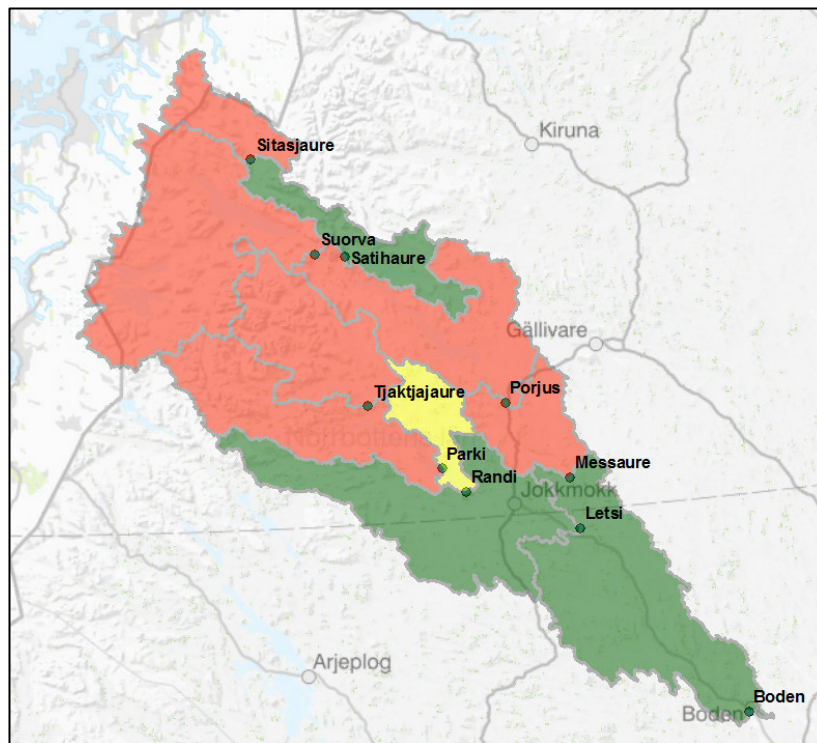
Figur 59 Ackumulerad tillrinning normerad mot den äldre modellens medianprognos för april. Blå boxar representerar den äldre modellen och svarta den nya modellen. Percentilerna 100, 75, 50, 25 och 0 visas i varje boxdiagram. Observationer visas som gröna cirklar.

Tjaktajaure är ett område som blir bättre med modellen med grövre upplösning vilket även illustreras i Figur 60.

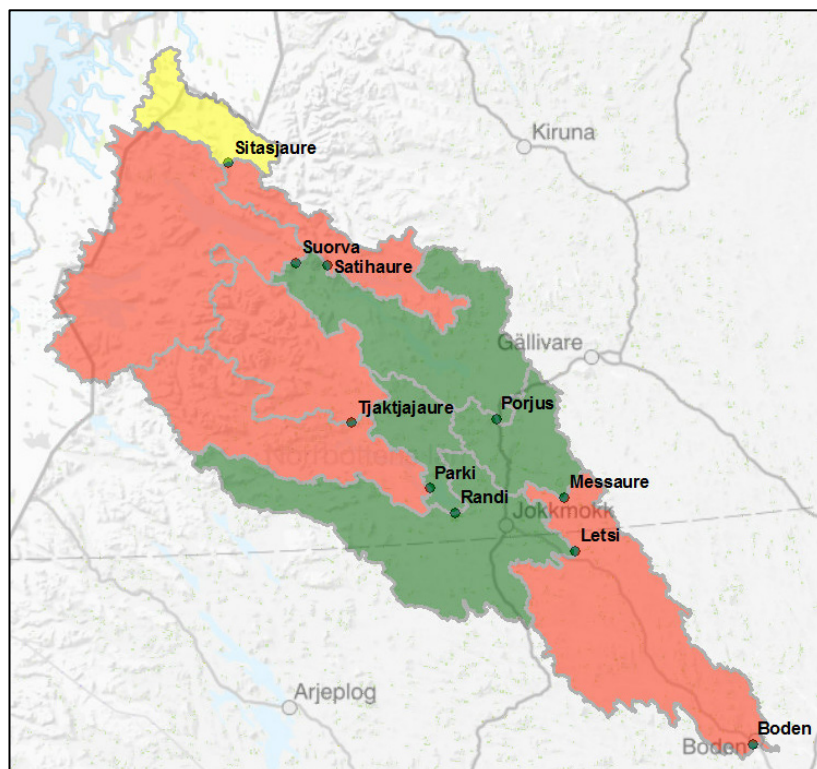


Figur 60 Prognos för Tjaktjajaure genererad i mars. Övre graf visar den nya modellen och den undre den äldre modellen.

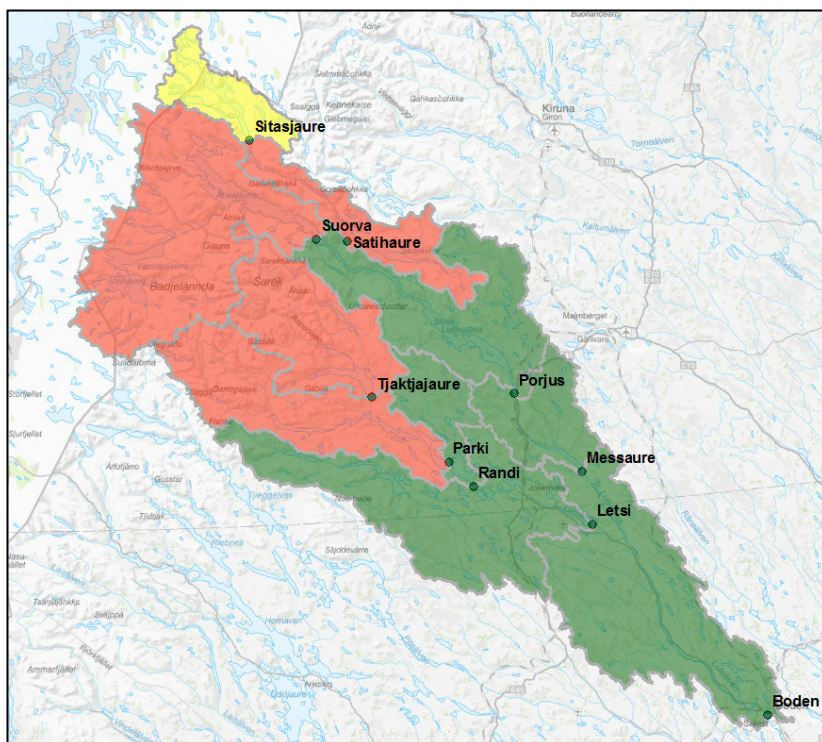
Figur 61 till Figur 63 visar det geografiska prognosutfallet för de olika månaderna för Luleälvens prognosområden. Februari månad simuleras sämre för den nya modellen jämfört med den äldre modellen. Övriga månader simuleras de nordliga delområdena bättre med den äldre modellen och ett flertal nedströmsområden prognosticeras bättre med modellen med en finare upplösning.



Figur 61 Luleålvns prognosområden för februari månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.



Figur 62 Luleålvns prognosområden för mars månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.



Figur 63 Luleälvens prognosområden för april månad, röda områden = äldre modellen går bättre, gula områden = modellerna går ungefär lika bra, gröna områden = nya modellen går bättre. Bakgrundskartan är hämtad från Lantmäteriets öppna data.

I Tabell 7 visas resultatet för hela älven och det relativa medelfelet är lägst hos den äldre modellen med grövre upplösning. Felen är som lägst i februari månad och som högst i mars månad.

Tabell 7 Prognosutfall, sammanvägda mått för Luleälvens prognosområden

Period	Ny modell	$\frac{P_i - U_i}{U_i}$	Ny modell	$\frac{P_i - U_i}{N_i}$
		Äldre modell		Äldre modell
0201-0731	0,10	0,05	0,11	0,05
0301-0731	0,18	0,16	0,20	0,18
0401-0731	0,14	0,13	0,16	0,14

6 Diskussion och slutsatser

För samtliga älvar förutom februari och mars för Luleälven går den nya modellen bättre (enligt Tabell 8). Tabell 8 sammanfattar hur många delområden som är bättre med den nya modellen, den äldre modellen och där de är ungefär lika.

Tabell 8 Sammanfattande tabell över antal prognosområden i varje älv som går bäst

Älv	Månad	Ny modell	Äldre modell	Lika
Ljungan	februari	5	0	0
	mars	5	0	0
	april	5	0	0
Indalsälven	februari	10	8	2
	mars	12	7	1
	april	13	6	1
Ångermanälven	februari	18	8	1
	mars	13	12	2
	april	12	12	3
Umeälven	februari	6	2	1
	mars	5	1	3
	april	5	2	2
Skellefteälven	februari	5	2	0
	mars	5	1	1
	april	5	1	1
Luleälven	februari	3	6	1
	mars	4	5	1
	april	5	4	1

Prognosområdena längst nedströms går ofta dåligt oberoende av förbättrad upplösning, vissa älvar underskattar prognoserna medan andra överskattar dessa förutom för Boden i Luleälven där prognoserna får ses som tillfredsställande. Detta kan bero på att det finns mycket brus i de lokala tillrinningarna.

Nedströms prognosområden simuleras i många fall bättre med den nyare modellen. Regn under prognosperioden förekommer oftare för nedströms områden än uppströms områden och den nya modellen verkar simulera detta bättre för Ljungan, Umeälven, Skellefteälven och vissa månader för Luleälven. Den äldre modellen har ett större spann mellan min-och maxpercentilerna och observationerna hamnar oftare mellan dessa. För de flesta älvar simulerar dock den nya modellen bättre ackumulerad tillrinning än vad den äldre modellen gör med undantag för Luleälven. Således är den nya modellen att föredra för att prognosticera ackumulerad tillrinning.

Den nya modellen har en finare upplösning och förväntades ge en bättre beskrivning av topografin i främst fjällområdena. Prognosutfallet visar inget tydligt tecken på att fjällområden får bättre prognoser med den nya modellen utan varierar från prognosområde till prognosområde. Detta kan bero på att prognosens

rutnät från ECMWF på $36 \times 36 \text{ km}^2$ interpoleras till ett rutnät på $4 \times 4 \text{ km}^2$ och att multimetodmodellen inte får med denna finare rutnäts upplösning. Det verkar behövas en ännu finare upplösning på rutnätet från ECMWF.

En vidareutveckling av Multimetodmodellen är att även den statistiska delen får en finare upplösning på indata från ECMWF och då kan även en viktning av de tre olika modellerna utföras och driftsättas.

Sökord

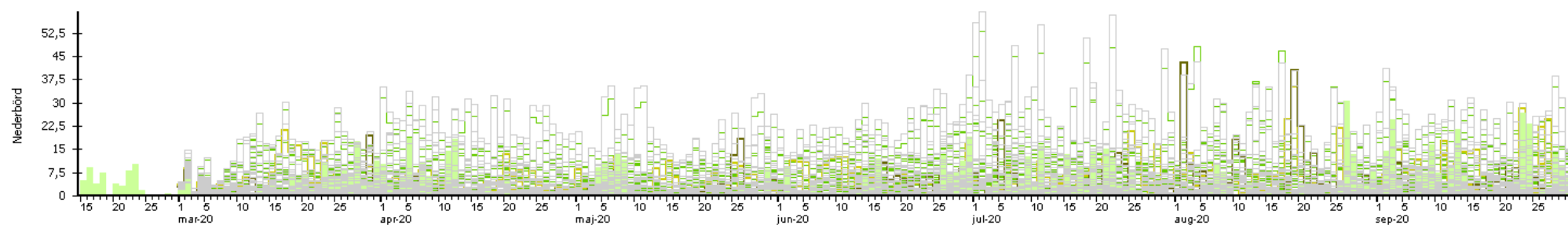
Säsongsprognoser, Multimetodmodellen, Utvärdering, Vattenkraft, Hydrologi

7 Referenser

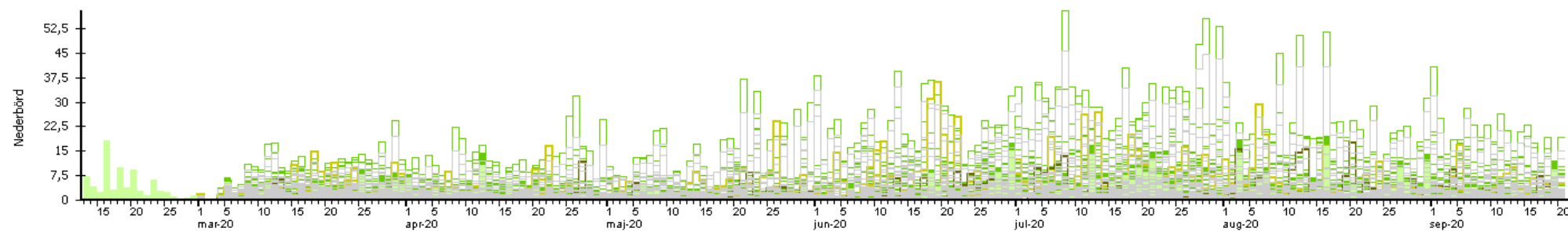
- Energimyndigheten Indalsälven, 2018,
<http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/riksintressen/2018/vardebeskrivning-indalsalven.pdf>
- Energimyndigheten Ljungan, 2018,
<http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/riksintressen/2018/vardebeskrivning-ljungan.pdf>
- Energimyndigheten Luleälven, 2018,
<http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/riksintressen/2018/vardebeskrivning-lulealven.pdf>
- Energimyndigheten Skellefteälven, 2018,
<http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/riksintressen/2018/vardebeskrivning-skelleftealven.pdf>
- Energimyndigheten Umeälven, 2018,
<http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/riksintressen/2018/vardebeskrivning-umealven.pdf>
- Energimyndigheten Ångermanälven, 2018,
<http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/riksintressen/2018/vardebeskrivning-angermanalven.pdf>
- Foster, K., Uvo C., Olsson, J. och Södling, J. (2015)
 Hydrological Seasonal Forecast System - A prototype multi-model system for forecasting the spring flood. Energiforsk rapport 2015:206.
- Johansson, B. (2002) Estimation of areal precipitation for hydrological modelling in Sweden. Ph.D. Thesis. Report No. A76. Earth Sciences Centre, Göteborg University.
- Johnson, S.J., Stockdale, T.N., Ferranti, L., Balmaseda M.A., Molteni, F., Magnusson, L., Tietsche, S., Decremmer, D., Weisheimer, A., Balsamo, G., Keeley, S.P.E., Mogensen, K., Hao, Z. och Monge-Sanz, B.M. (2019)
 SEAS5: the new ECMWF seasonal forecast system. Geoscientific Model Development, 12, 1087-1117.
- Lindström, G., Johansson, B., Persson, M., Gardelin, M., och S. Bergström (1997)
 Development and test of the distributed HBV-96 hydrological model. Journal of Hydrology, 201:272-288.
- Lindström, G., Pers, C.P., Rosberg, R., Strömqvist, J. och B. Arheimer (2010)
 Development and test of the HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) model – A water quality model for different spatial scales. Hydrology Research, 41.3-4:295-319.
- Olsson, J., Uvo, C. B., Foster, K., Yang, W., Södling, J., German, J., & Johansson, B. (2011). A multi-model system for spring flood forecasts. Elforsk, Report 11:72.

- Press, William H.; Teukolsky, Saul A.; Vetterling, William T.; Flannery, Brian P. (1992). Numerical recipes in C: the art of scientific computing (2nd ed.). New York, NY, USA: Cambridge University Press. pp. 123-128. ISBN 0-521-43108-5.
- Yang, W., Andréasson, J., Graham, L.P., Olsson, J., Rosberg, J., and F. Wetterhall (2010) Distribution-based scaling to improve usability of regional climate model projections for hydrological climate change impact studies, Hydrol. Res., 41, 211-229.

8 Bilaga A, Grafer från nederbördsprognoser



Figur 64 Nederbörd från 51 säsongsprognoiser för Häckren för mars månad. Nya modellen - gröna staplar. Äldre modellen - grå staplar.



Figur 65 Nederbörd från 51 säsongsprognoiser för Tjaktajaure för mars månad. Nya modellen - gröna staplar. Äldre modellen - grå staplar.

SÄSONGSPROGNOSER – FÖRBÄTTRAD UPPLÖSNING

Det är av ständigt intresse för vattenkraften att få mer precisa metoder för att prognosticera vårflodens vattenvolym. Programmet Hydrologiskt utvecklingsarbete har tidigare stöttat utvecklingen av den så kallade multimetodmodellen. Modellen är nu i drift, men har inte ersatt de traditionella vårflodsprognoserna.

Genom pågående uppdateringar av multimetodmodellen fortsätter programmet sitt arbete med att få fram bättre säsongsprognoiser och därmed öka precisionen av vårflodsbestämningen.

I den här rapporten har upplösningen av säsongsprognoiser förfinats tack vare att det europeiska centret, ECMWF, har ökat sin upplösning från 80 x 80 km² till 36 x 36 km². Multimetodmodellen har anpassats för att kunna använda de förfinade prognoserna. Här redovisas också skillnaden i multimetodmodellen som uppdateringen resulterade i under månaderna februari och mars 2020.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se



Energiforsk